



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta mechatroniky, informatiky  
a mezioborových studií ■

# Aplikace pro automatické generování reportů pro automotive

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B2612 – Elektrotechnika a informatika

*Studijní obor:* 1802R022 – Informatika a logistika

*Autor práce:* **Miroslav Němec**

*Vedoucí práce:* Ing. Miroslav Novák, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC  
Faculty of Mechatronics, Informatics  
and Interdisciplinary Studies ■

# Report generator for measured data presentation in automotive

## Bachelor thesis

*Study programme:* B2612 – Electrical Engineering and Informatics

*Study branch:* 1802R022 – Informatics and Logistics

*Author:* **Miroslav Němec**

*Supervisor:* Ing. Miroslav Novák, Ph.D.



Technická univerzita v Liberci  
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií  
Akademický rok: 2016/2017

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav Němec**  
Osobní číslo: **M13000021**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Informatika a logistika**  
Název tématu: **Aplikace pro automatické generování reportů pro automotive**  
Zadávající katedra: **Ústav mechatroniky a technické informatiky**

### **Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :**

1. Seznamte se s měřeními na oddělení Elektrických instalací vozu a zmapujte stávající stav měření a prezentování výstupů.
2. Seznamte se s měřicími systémy IMC Cronos Flex a Dewetron DS NET. Zaměřte se na formát výstupních datových souborů.
3. Vytvořte aplikaci pro automatické vytváření výstupních protokolů z naměřených dat ze zkoušek elektrické instalace podle požadavků zadaných z Škoda Auto a.s. Data vyhodnoťte a ověřte, že splňují předepsané normy.
4. Aplikaci otestujte na dodaných vzorcích datových souborů.

Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: 30–40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:


- [1] **ĎAĎO, Stanislav a Marcel KREIDL.** Senzory a měřicí obvody. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-01-02057-6.
- [2] **McConnell Steve.** Dokonalý kód, Umění programování a techniky tvorby software. Brno: COMPUTER PRESS, 2005.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Novák, Ph.D.  
Ústav mechatroniky a technické informatiky

Konzultant bakalářské práce: Miloš Rastočný  
ŠKODA AUTO a.s.

Datum zadání bakalářské práce: 10. října 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. května 2017

  
prof. Ing. Zdeněk Pliva, Ph.D.  
děkan



  
doc. Ing. Milan Kolář, CSc.  
vedoucí ústavu

V Liberci dne 10. října 2016

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 15.5.2017

Podpis: 

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## Poděkování

Tato práce by nemohla vzniknout bez podpory mnoha lidí. Veliké díky patří vedoucímu mé práce, panu Ing. Miroslavovi Novákovi, Ph.D. a konzultantovi ve Škoda Auto a.s., panu Miloši Rastočnému, který mi poskytoval veškerá data a který diskutoval celkový formát aplikace.

Nemalé díky patří také mé rodině, díky jejíž podpoře jsem došel až sem, bratrům Jirsákům za jejich ne-místné poznámky a připomínky a také kolektivu firmy winfo.cz.

## Abstrakt

Tato práce popisuje vznik desktopové aplikace, která slouží pro automatické generování reportů ve Škoda Auto a.s., kde jsou v současné době tyto reporty vytvářeny ručně. Práce popisuje metodiku měření automobilových pojistek a chyby při měření. Práce obsahuje specifikace měřicích zařízení, konkrétně DEWETRON DS NET a imc CRONOSflex. Vzniklá aplikace je psaná v jazyce C#. V práci naleznete základní informace o jazyce C# a použitých komponentách a implementacích (.NET, COM, Interop, EPPlus), výhody a nevýhody využití jednotlivých komponent a jednotlivé postupy řešení a členění kódu do jednotlivých tříd a metod. Velikosti zpracovávaných dat bylo nutno přizpůsobit celý proces práce s daty. Vzniklý report obsahuje tabulky porovnání pojistek s normou WV a konkrétnější informace o měření pojistek ve formě grafů a tabulek. Výsledný report naleznete v příloze práce.

## Klíčová slova

AUTOMATIZACE GENEROVÁNÍ REPORTŮ, INTEROP, .NET, C#, EXCEL, WORD

## Abstract

This thesis describes the creation of a desktop application, which is used for automated reports generation in Škoda Auto a.s., where these reports are currently created manually. The thesis describes the methodology of measurement of automotive fuses and measurement errors. The thesis contains specifications of measuring devices, namely DEWETRON DS NET and imc CRONOSflex. The resulting application is written in C# language. In the work, you will find basic of C# and components and implementations (.NET, COM, Interop, EPPlus), the advantages and disadvantages of using each component, and the individual procedures for resolving and classifying the code into individual classes and methods. The amount of data processed had to be adapted to the whole process of working with the data. The resulting report includes the WV comparator tables and more specific fuse measurement information in the form of graphs and tables. The resulting report can be found in the appendix.

## Keywords

AUTOMATIZATION OF REPORT GENERATING, INTEROP, .NET, C#, EXCEL, WORD



# Obsah

ÚVOD.....	9
<b>1 SEZNÁMENÍ S MĚŘENÍM A MĚŘICÍMI PŘÍSTROJI .....</b>	<b>11</b>
1.1 DEWETRON .....	12
1.1.1 DEWETRON DS NET .....	12
1.1.2 Moduly DEWETRON .....	14
1.2 IMC CRONOSFLEX.....	14
1.3 DATA .....	15
1.3.1 Invertované a záporné hodnoty .....	15
1.3.2 Maximální hodnoty .....	17
1.3.3 Tavné pojistky – Automobilové nožové pojistky .....	18
1.3.4 Vlastnosti pojistek .....	19
1.3.5 Velikost dat.....	19
<b>2 SOFTWARE .....</b>	<b>21</b>
2.1 FILESTREAM & STREAMREADER.....	21
2.2 COM INTEROP .....	22
2.3 .NET .....	22
2.4 COMPONENT OBJECT MODEL (COM) .....	22
2.5 COMMON LANGUAGE RUNTIME (CLR) .....	23
<b>3 UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ .....</b>	<b>24</b>
<b>4 IMPORT .....</b>	<b>26</b>
4.1 DATAINFO .....	26
4.2 KONFIGURAČNÍ SOUBOR .....	27
4.2.1 Třída Fuse .....	27
4.2.2 Třída Rule .....	27
4.3 NAČÍTÁNÍ DAT DEWETRON A IMC .....	27
4.3.1 Třída Channel .....	28
4.3.2 Třída Record .....	28
4.3.3 FindPeaks – První průchod .....	28
4.3.4 ReadDewetronFile – Druhý průchod.....	29
<b>5 EXPORT .....</b>	<b>30</b>
5.1 TRYCATCHFINALLY .....	30
5.1.1 Marshall .....	30
5.1.2 Garbage collector (GC) .....	30
5.2 WORKWITHEXCEL .....	31
5.2.1 ExcelExport .....	31
5.3 WORKWITHWORD .....	31
5.3.1 WordExport .....	32
5.3.2 addCompareTable .....	32
5.3.3 fillCompareTable .....	33
5.3.4 addChartTables .....	34
<b>6 ZÁVĚR .....</b>	<b>35</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>36</b>
<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>37</b>
<b>A VYGENEROVANÝ REPORT .....</b>	<b>37</b>

## Rejstřík obrázků

Obrázek 1 - Schéma měření pojistek VW (výňatek z metodiky měření VW) .	12
Obrázek 2 - Ilustrace měření zařízením DEWETRON.....	13
Obrázek 3 - Specifikace modulu DS-NET TH-8.....	14
Obrázek 4 - imc CRONOCflex CRFX400 .....	15
Obrázek 5 - Graf měření (pojistka bezpečnostního systému) .....	16
Obrázek 6 - Pojistné skříně EBox a SiDo .....	18
Obrázek 7 - Vypínací charakteristiky pojistek.....	19
Obrázek 8 - Ukázka dat DEWETRON včetně hlavičky exportu .....	20
Obrázek 9 – GUI .....	25
Obrázek 10 - Třídy aplikace .....	26
Obrázek 11 – Výřez tabulky pojistek z reprotu .....	33
Obrázek 12 - Tabulka pojistky .....	34

## Seznam zkratk

.NET	Multiplatformní framework
GUI	Grafické rozhraní aplikace
COM	Component object model
.ddl	Knihovny pro VisualStudio (dynamic-link library)
.csv	Čárkami (tabulátorem, středníkem) oddělené hodnoty (Comma-separated values)

## Úvod

Myšlenkou celé práce je automatizace procesu zpracování velkého množství dat. Cílem této automatizace je report z měření pojistných skříní automobilu, připravený k dalšímu zpracování. Jedná se tedy o přípravu dat pro kontrolu a doplnění závěrů. Při samotném automatickém procesu není nutná přítomnost člověka, zvyšuje se výkonnost a snižují se nároky na obsluhu.

Práce má vést k výraznému usnadnění práce a možnosti směřovat soustředění k samotné podstatě měření, které nelze zautomatizovat. Výstupem těchto měření jsou reporty, obsahující kompletní dokumentaci jednotlivých měření, zhodnocení naměřených hodnot a porovnání s normou VW, jejich grafy maximálních hodnot měření, slovní popis těchto grafů a odůvodnění přípustnosti jednotlivých naměřených hodnot.

V současné době je veškerá tvorba těchto reportů manuální činností zaměstnanců ŠKODA AUTO a.s., kteří musí veškerá data zpracovat v příslušném softwaru, vybrat a upravit jednotlivé grafy, ty následně umístit do předpřipravené šablony a vše popsat. Jeden report, který obsahuje desítky pojistek, tedy i desítky grafů, zabere pracovníkům více než polovinu pracovního týdne. Výhodou je přímá kontrola a osobní vstup pracovníků při vytváření grafů. Nevýhodou pak je délka celého procesu a časté opakování činnosti, které může vést k chybám.

Veškerá data naměřená při jednotlivých měřeních, jsou porovnávána podle normy VW75212<sup>1</sup>. Norma obsahuje hodnoty jmenovitých proudů pro jednotlivé pojistky, stejně jako jejich optimální průřez pro různé teploty.

Cílem práce je vytvoření takového softwaru, který z velkého množství naměřených dat bude schopen na základě konfigurace dodané obsluhou vytvořit samotný report obsahující všechny výše popsané náležitosti.

K dosažení stanovených cílů jsou v teoretické části popsány základy měření pojistek a specifikace používaných měřících přístrojů a dále zde jsou popsána zpracovávaná data a chyby vzniklé při měření.

---

<sup>1</sup> VW 75212. Dimensionierung von Leitungen und Sicherungen im Kraftfahrzeug. 2012.

V praktické části jsou popsány softwary a komponenty použité při vývoji aplikace a dále implementace jednotlivých komponent a samotné třídy a metody programu.

## 1 Seznámení s měřením a měřicími přístroji

Pro měření využívá ŠKODA AUTO a.s. na svém oddělení dvou měřicích zařízení pro měření proudu na pojistkách. Každý ze systémů umožňuje měření s jinou přesností. Stěžejním zařízením je měřicí zařízení od firmy DEWETRON. Druhým měřicím zařízením je zařízení značky imc. Měří se všechny pojistky na automobilu. To znamená pojistky v EBoxu (pojistný box v motorové části) a pojistky v SiDo (taktéž LVI, pojistný box umístěný pod palubní deskou na místě řidiče). Každý box je však měřen v samostatném měření. Pojistky jsou měřeny v celé jistící cestě na základě postupné aktivace jednotlivých spotřebičů. Správné dimenzování kontaktů pojistného boxu a hodnot pojistek dané jistící cesty se měří při sepnutí všech odpovídajících spotřebičů. Spotřebiče vybavené elektromotory se dále zatěžují a blokují, čímž se simuluje nesprávné zacházení zákazníka s těmito spotřebiči. Celková doba měření se pohybuje v řádech hodin.

## 2.2 Component load

### Purpose

The purpose is to ensure that the electric system is sufficiently dimensioned; i.e., not overloaded, and that a sufficient voltage supply is provided to the respective PCD.

### Measurands

The direct voltage drop at the PCD and the associated current are measured depending on time.

### Measuring setup

The component load is directly tapped at the plug-in contacts of the respective PCD (via original crimp contacts).

See Figure 3: Measuring setup for component load

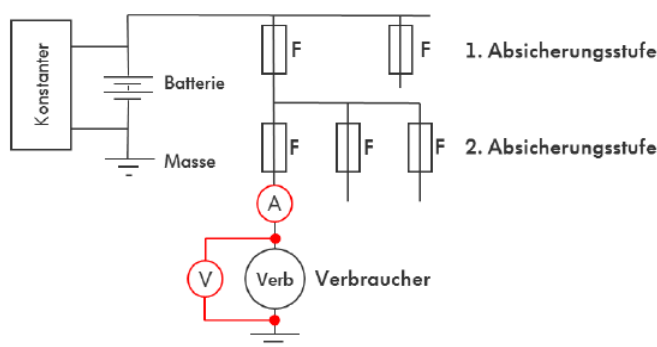


Figure 3: Measuring setup for component load

### Voltage supply at the terminal clamps

Engine operation: None

Battery operation:  $14.5 \text{ V} \pm 0.1 \text{ V}$

### Operating modes

1. Switch-on (single-PCD)
2. Stationary state (active operation)
3. For specific operating modes, see Table 2 Specific operating modes
4. Final control elements and sensors that have a function only in dynamic use, must be activated by a final control element diagnostics.

### Obrázek 1 - Schéma měření pojistek VW (výňatek z metodiky měření VW)

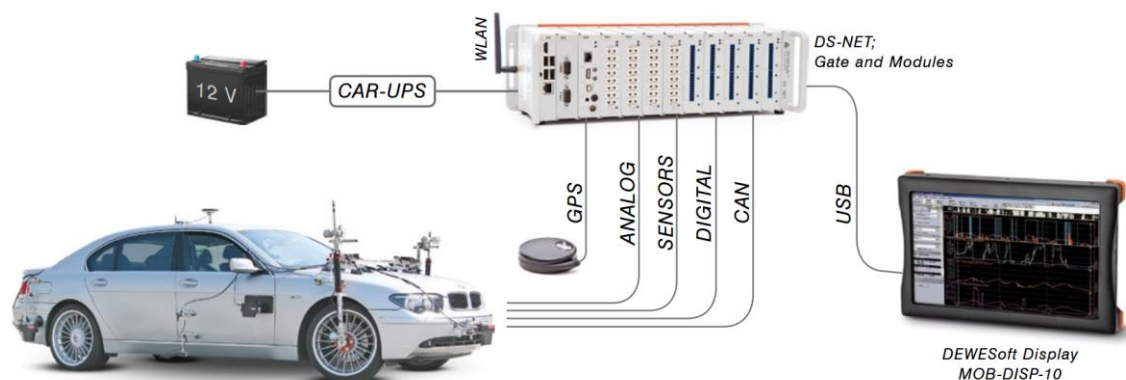
## 1.1 DEWETRON

Firma DEWETRON je česká společnost, zabývající se od roku 1991 vývojem a poradenstvím v oblasti elektrických měření. Její sídlo je v Praze, zastoupení má však ve více jak 20 dalších zemích.

### 1.1.1 DEWETRON DS NET

Jedná se o modulární měřicí systém, který umožňuje redundantní záznam přes ethernet do PC nebo na SQL server a přímo na USB disk. Záznam dat může probíhat na dvou až několika stovkách kanálů. Celé zařízení je možno sestavit do

dvou struktur. Buď do 19“ racku nebo pomocí vlastního spojovacího mechanismu. Systém může běžet jak samostatně, za použití speciálního modulu s vlastním procesorem, tak jako připojený na host počítač. Vlastní operační systém se pak stará o záznam dat v reálném čase.



**Obrázek 2 - Ilustrace měření zařízením DEWETRON<sup>2</sup>**

Obrázek 2 výše, zobrazuje zapojení modulů DS NET při měření. Obrázek je pouze ilustrativní, nejedná se o skutečné měření. I tak ale na obrázku můžeme vidět propojení DS GATE, hlavní měřicí stanice, s dalšími moduly a vozem. Používané moduly jsou popsány dále.

Naměřená data byla doposud zpracovávána ve vlastním softwaru pro práci s daty firmy DEWETRON. Tento software se nazývá DEWESoft. Pro účely zpracování novým softwarem jsou data v softwaru pouze exportována. Ve speciálních případech je samozřejmě možné data do reportu opět vložit ručně, tedy jako snímek obrazovky z DEWESoftu.

---


<sup>2</sup> DS-NET [online]. In: . [cit. 2017-04-29]. Dostupné z:

[www.systemtech.se/fileadmin/resources/datasheets/dewesoft/ds-net-ds-b100901.pdf](http://www.systemtech.se/fileadmin/resources/datasheets/dewesoft/ds-net-ds-b100901.pdf)

### 1.1.2 Moduly DEWETRON

Pro měření jsou využívány níže pospané moduly:

- DS-GATE – hlavní jednotka s výstupem na ethernet 100mbit
- DS GATE HS hlavní jednotka s výstupem na ethernet 1gbit
- DS NET V8 200 - modul na měření napětí 200V
- DS NET DIO8 – vstupně/výstupní modul (generátor signálu, ovládání relé atd.)
- DS-NET-CPU2 – modul s procesorem Intel a win7 pro autonomní provoz bez ext. PC
- CPAD2-TH8-K – CAN modul na pomalé měření teplot pomocí K-článků
- DS-NET-TH8-BNC – modul na měření napětí do 80mV (v kombinaci s odporovými bočníky 1mOhm proudy do 80A)

<b>DS-NET TH-8</b> <b>Thermocouple Module</b>	
	8 galvanically isolated input channels
	thermocouples and voltages in the range of $\pm 80$ mV, common mode voltage: 100 V permanent
	Cold junction compensation
	DS-NET TH8-C: internal DS-NET TH8: TH8-CJC connectors available (option)
	Dynamic linearisation
	Optimum positioning of interpolation points in selected range, types B, E, J, K, L, T, U, N, R, S programmable
	Resolution
	24 bit
	Sampling rate
	100 Hz per channel
	Signal processing
	digital filter, average, scaling, min/max storage, arithmetic, alarm
Galvanic isolation	
of I/O-signals (each channel), power supply and interface isolation voltage 500 V	
Options	
DS-NET TH8-C: with integrated CJC	
DS-NET TH8-C-HS: high speed with with integrated CJC:	
1 kHz (@2 channels)	
400 Hz (@4 channels)	
100 Hz (@ 8 channels)	

Obrázek 3 - Specifikace modulu DS-NET TH-8<sup>3</sup>

### 1.2 imc CRONOSflex

Imc CRONOSflex je také modulární systém. Je vybaven robustním zacvakávacím mechanismem, který slouží k propojení jednotlivých modulů.

Využíván je tehdy, je-li potřeba větší přesnosti měření – vyšší vzorkovací frekvence. Ta je totiž u tohoto měřicího zařízení 100 kHz.

Obrázek 4 zobrazuje pomalejší ze dvou používaných sestav. Druhou, rychlejší sestavou je pak sestava CRFX2000.

<sup>3</sup> DS-NET [online]. In: . [cit. 2017-04-29]. Dostupné z:

[www.systemtech.se/fileadmin/resources/datasheets/dewesoft/ds-net-ds-b100901.pdf](http://www.systemtech.se/fileadmin/resources/datasheets/dewesoft/ds-net-ds-b100901.pdf)





Obrázek 4 - imc CRONOCflex CRFX400

**Pozn.:** Během vývoje aplikace byla do provozu uvedena aplikace od koncernu VW, která zpracovává data z imc. Z tohoto důvodu jsme pozornost věnovali primárně datům z DEWETRONu. Vzhledem ke struktuře aplikace by však jediným rozdílem bylo načítání hlavičky souborů pro imc.

### 1.3 Data

Při práci s daty jsem se potýkal s několika problémy, které vyplývají ze samotné podstaty měření. Pro každý problém bylo zapotřebí najít řešení, které nebude program činit příliš inteligentní, neboť takové bylo přání zadavatele. Řešení však musí být efektivní, jednoduché, musím jej dokázat naprogramovat, ale zároveň nesmí ovlivňovat přesnost.

#### 1.3.1 Invertované a záporné hodnoty

Častým problémem měření jsou invertované hodnoty, které vzniknou prohozením napěťových vstupů při zapojování měřicího pracoviště. Bohužel obsluha dopředu není vždy schopna určit polaritu měření. Stává se tak, že data jsou invertovaná. Při dosavadním zpracovávání obsluha viděla celý graf a mohla data invertovat. Při strojovém zpracovávání bylo tedy nutné navrhnout vhodný algoritmus, který rozpozná, že data jsou invertovaná. Toto chování je možno potlačit v GUI aplikace.

Při měření na pojistných skříních, potažmo celém automobilu, dochází k rušení měření. Toto rušení může být způsobeno elektromagnetickým polem nebo

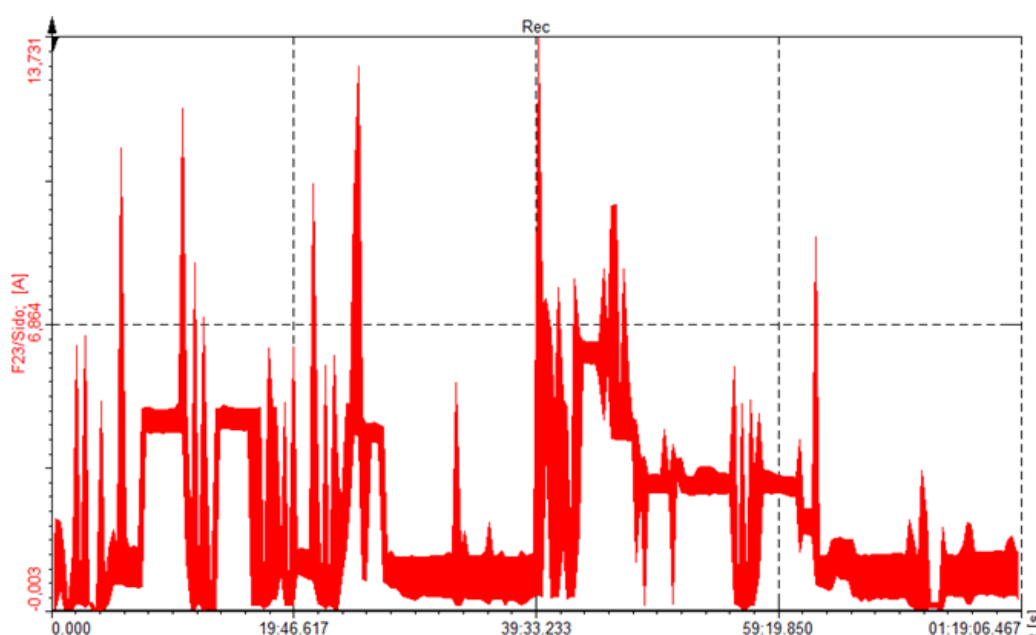
statickou elektřinou ve voze. V naměřených datech se tento typ rušení může projevit velkými skoky (*glitch*) v krátkém časovém úseku. Vzorkovací kmitočet 5kHz nám umožňuje zaznamenat maximální hodnotu s přesností 2,5kHz. Toto rušení může být obecně obou polarit, takže i ve správně připojeném měřicím kanále se mohou objevovat záporná data.

Obrázek 5 dále, zobrazuje graf měření a na něm viditelný šum zasahující do záporných hodnot. Maximální, respektive minimální hodnota je v řádu tisícín, konkrétně -0,003 A. Maximální naměřená hodnota je v řádech desítek ampérů, konkrétně 13,731 A, tedy o 5 řádů výše, stejně jako jmenovitý proud pojistky. Tyto hodnoty jsou tedy zanedbatelné a jejich množství je v porovnání s celým měřením minimální. Invertování hodnot tedy probíhá v závislosti na množství kladných a záporných hodnot. Možno popsat rovnicí

$$A = \sum_i \text{sign}(n_i)$$

kde A je kritérium inverze a n je i-tý vzorek měření. Pro  $A > 0$  signál není invertovaný a opačně.

V jiných typech měření však záporné hodnoty až několik ampérů vznikají například při doběhu elektromotorku. Z tohoto důvodu má obsluha možnost vypnout invertování a pak záleží na správnosti zapojení měřícího pracoviště.



Obrázek 5 - Graf měření (pojistka bezpečnostního systému)

### 1.3.2 Maximální hodnoty

V každém měření jednotlivé pojistky, je potřeba nalézt maximální hodnoty. Za maximální hodnoty považujeme takové hodnoty, které splňují alespoň jedno z následujících pravidel seřazených dle priority:

- I. Nadproud  $I > I_n$  po dobu delší 60 sekund
- II. Proud přesahuje 80 % jmenovitého proudu pojistky po dobu delší 60 sekund
- III. Nadproud v jakémkoliv časovém úseku

První a druhé pravidlo znamená nevyhovující pojistku. Třetí pravidlo nevylučuje správné dimenzování pojistky. Splňují-li maximální naměřené hodnoty pojistky třetí pravidlo, je nutná kontrola uživatele a jeho komentář.

### 1.3.3 Tavné pojistky – Automobilové nožové pojistky

„Tavná pojistka je jistící přístroj využívaný pro nadproudovou ochranu, tzn. ochranu vedení a spotřebičů, před přetížením a zkratem. Podstatou jejich funkce je vytvoření nejslabšího místa v chráněném obvodu. K tomu využívají tepelných účinků elektrického proudu, v pojistce je umístěn drátek malého průřezu, který se při určité úrovni proudu přetaví. Tím dojde k přerušení proudového obvodu a odpojení chráněného zařízení. Tavné pojistky jsou jednorázově použitelné, je zakázáno je opravovat, přepálená pojistka se musí vyměnit za nový kus.“<sup>4</sup>



Obrázek 6 - Pojistné skříně EBox a SiDo

Automobilové pojistky mají oproti ostatním pojistkám některá specifika. Předně pracují v obvodech malého napětí, většinou s 12 nebo 24 V. Při takto nízkém napětí se oblouk při vypínání proudu pojistkou není schopen udržet a jeho činností se nerozstříkuje roztavený kov do okolí, proto mohou být automobilové pojistky otevřené.

Vypínací energie nejsou příliš velké, proto může být tělo pojistky vyrobeno z plastu odolného proti hoření.

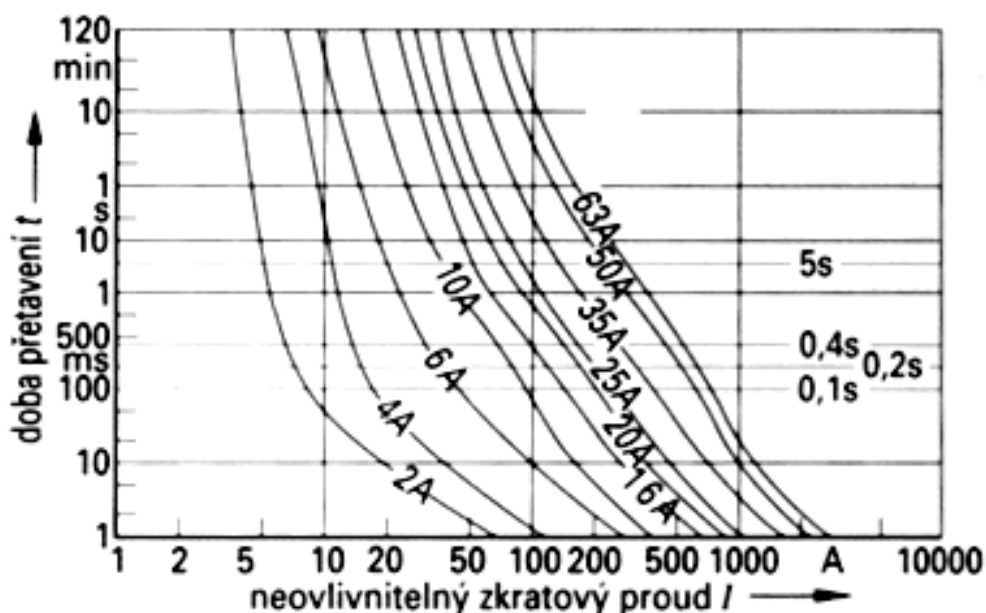
---

<sup>4</sup> BEŠTA, Miloš. *Tavná pojistka* [online]. 2013, 4 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: [www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T-1.3-POJISTKA.pdf](http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T-1.3-POJISTKA.pdf)

### 1.3.4 Vlastnosti pojistek

Pojistky nevypínají proud okamžitě při překročení jmenovitého proudu, ale s časovým zpožděním. To je odvozeno od tepelné kapacity tavného elementu pojistky. Při průchodu nadproudu teplota elementu roste postupně až dosáhne teploty tavení materiálu. Pak dochází k přerušení kovového obvodu a případném zažehnutí oblouku. Doba zpoždění závisí na velikosti nadproudu a uvádí se graficky vypínací charakteristikou. Krátkodobé překračování jmenovitého proudu je výhodné, protože nám umožní využít tepelnou kapacitu vedení a překlenout rušení, zapínací a jiné krátkodobé špičkové proudy.

- Jmenovitý proud  $I_N$  – proudová mez, při jejím překročení dojde k přerušení obvodu (přetavením vlákna pojistky). Rychlost přerušení závisí na vypínací charakteristice a velikosti nadproudu.
- Vypínací charakteristika – závislost doby vypnutí na velikosti nadproudu, charakterizuje rychlost reakce pojistky na nadproud.
- Jmenovitá vypínací schopnost  $I_v$  – hodnota maximálního proudu, kterou je schopna pojistka přerušit bez ohrožení okolí (např. utavení vývodu pojistky, zasažení okolí obloukem při vypínání proudu).



Obrázek 7 - Vypínací charakteristiky pojistek

### 1.3.5 Velikost dat

Vzhledem k trvání měření a vzorkovací frekvenci, je objem dat poměrně velký. Množství záznamů pro jeden kanál je v řádech jednotek až desítek milionů. Pro

sjednocení formátu exportování dat z obou měřicích zařízení, jsme se proto dohodli na exportování dat do jednoduchého textového souboru, kde jsou data formátována podobně jako v dokumentech typu .csv. Viz Obrázek 8. Přesto, že se jedná o primitivní formát, zaručuje nám možnost exportovat – při exportu např. do Excelu docházelo k selhání programu v závislosti na množství dat. Velikost takto vzniklého textového souboru dosahuje jednotek až desítek gigabytů.

```
Data info↓
File name: \\skoda.vwg\data\RD\BN\SW\7_s_2016_1\vozy\data\sk326070048_staticky.d7d↓
Start time: 2.6.2016 00:00:26.849↓
Number of channels: 17↓
Sample rate: 5000↓
Store type: vždy rychle↓
↓
↓
Data1↓
↓
Time [s]      F5_LVI - [A]  F6_LVI - [A]  F7_LVI - [A]  F8_LVI - [A]  F9_LVI
0            -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0002      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0004      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0006      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0008      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.001       -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0012      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0014      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0016      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0018      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.002       -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0022      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0024      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0026      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0028      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.003       -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0032      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0034      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0036      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0038      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.004       -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0042      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0044      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0046      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0048      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.005       -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0052      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0054      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0056      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.039160252  0.035375357
0.0058      -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.037558377  0.041745603
0.006       -0.61333925  0.010021031  0.11173636  0.037558377  0.041745603
```

Obrázek 8 - Ukázka dat DEWETRON včetně hlavičky exportu

## 2 Software

Pro načítání a export, bylo zapotřebí nalézt možnost, jak přistupovat k programům sady Microsoft Office. Jelikož již mám nějaké zkušenosti s prací s touto sadou, začal jsem s tím, co znám. Microsoft Office Interop Excel a Microsoft Office Interop Word jsou oficiální .ddl knihovny pro práci s nástroji sady Microsoft Office. Nemohu tvrdit, že se jedná o dokonalé knihovny, se kterými je radost pracovat. Jsou to však oficiální knihovny a neobjevil jsem žádné kompatibilní a lepší komplexní řešení. Co se týče exportu dat, dosáhl jsem všeho, co bylo potřeba. Formátování a práce s knihovnami stojí spoustu času stráveného při hledání a zjišťování, jak dosáhnout kýženého. Díky tomu, že se ale jedná o oficiální knihovny, je zde zaručena kompatibilita a většinou se nedočkáte výraznějšího negativního překvapení, jako tomu je u alternativ.

Pro import dat z excelu jsem našel jedinou alternativu. Jedná se o doplněk (ve Visual Studio „*nuget*“) EPPlus. EPPlus umožňuje stejně jako Microsoft Office Interop Excel přístup k excelu. Export dat s tímto doplňkem se ne úplně osvědčil. Lépe je na tom při importování dat. Implementace kódu pro import je dle mého soudu jednodušší a celkově je proces importu rychlejší.

### 2.1 FileStream & StreamReader

Pro načítání dat využívám tříd MSDN (*Microsoft Developer Network*) *FileStream* a *StreamReader*. Jedná se o běžně používané třídy pro importování dat z textových souborů. *FileStream* si po implementování *BufferedStream*, které proběhlo v minulých letech, snadno poradí i s pročitáním velkých dat. Sám tak zajišťuje procházení daty.

V důsledku velikosti souboru s daty však není možné otevření v žádném běžně používaném textovém editoru. Pro účely zobrazení dat, jsem tedy využíval program *EmEditor*, který umí rychle a spolehlivě načítat textové soubory až do velikosti stovek gigabytů.

V tomto případě jsem cíleně nevyhledával alternativy a při zběžném hledání jsem ani žádné neobjevil. Výše zmíněné třídy splňují to, co od nich potřebuji, tedy postupné načtení souborů tak, abych nezatěžoval paměť hromadným načtením dat.



## 2.2 COM Interop

Pro pochopení toho, co vlastně je Interop, jsou níže vysvětleny některé pojmy, týkající se jazyka z prostředí, v kterém aplikace vznikala. Pro doplnění kontextu jsou níže ještě vysvětleny pojmy, které objasňují text o interopu. Informace jsou volně přeloženy z msdn.com.

COM Interop je technologie obsažená v .NET *Framework Common Language Runtime* (CLR) a umožňuje přistupovat .NET objektům k objektům COM. Zaměřuje se na možnost využívat již vytvořené COM komponenty bez jejich modifikací. Pokouší se vytvořit z .NET typy ekvivalentní k objektům COM.

## 2.3 .NET

.NET („dotnet“ podle anglického *dot NET = tečka NET, NET* pochází z *network, síť*) je zastřešující název pro soubor technologií v softwarových produktech, které tvoří celou platformu, která je dostupná nejen pro Web, Windows i Pocket PC. *Common Language Infrastructure* je standardizovaná specifikace jádra .NET.

Základní komponentou je Microsoft .NET Framework, prostředí potřebné pro běh aplikací a nabízející jak spouštěcí rozhraní, tak potřebné knihovny. Pro vývoj .NET aplikací vydal Microsoft Visual Studio .NET.<sup>5</sup>

## 2.4 Component Object Model (COM)

Podstatou technologie COM je jazykově nezávislý způsob implementování objektů, které mohou být použity i v jiných prostředích, než v kterých byly vytvořené. Tím je myšleno i na jiných zařízeních. Pokud jsou komponenty správně napsané, COM umožňuje používání objektů bez znalosti jejich vnitřní implementace, což zároveň nutí autory jednotlivých komponent poskytovat správně definovaná rozhraní, která jsou oddělena od jejich implementace. Problém odlišných sémantik alokované paměti v různých jazycích je vyřešen tím, že každý objekt je zodpovědný za svoje vytváření a rušení pomocí počítání referencí (tzv. *reference-counting*). Přetypování mezi různými rozhraními objektu zabezpečuje funkce *QueryInterface*.

---

<sup>5</sup> .NET. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017 [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/.NET>



COM je technologie rozhraní, definovaná a implementovaná jako standart pouze pro Microsoft Windows a Apple Core Foundation 1.3. Pro některé aplikace byl COM nahrazený v určitém rozsahu technologií Microsoft .NET a podporou pro webové služby spolu s *Windows Communication Foundation*. Avšak COM objekty mohou být použité ve všech .NET jazycích, a to za pomoci spolupráce technologie .NET a COM pod názvem .NET COM Interop.<sup>6</sup>

## 2.5 Common Language Runtime (CLR)

*Common Language Runtime* (CLR), je komponenta .NET. V reálném čase překládá instrukce z podporovaných jazyků do strojových instrukcí, které pak stroj (počítač) vykoná. Stará se o zprávu paměti, vyvolávání výjimek, bezpečnost a řízení vláken.

Všechny programy napsané v .NET, nezávisle na použitém programovacím jazyku, jsou zpracovány CLR. CLR je obsaženo ve všech verzích .NET.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Volně přeloženo z [msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms680573\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms680573(v=vs.85).aspx)

<sup>7</sup> Volně přeloženo z [msdn.microsoft.com/en-us/library/8bs2ecf4\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/8bs2ecf4(v=vs.110).aspx)

### 3 Uživatelské rozhraní

Vzhledem k podstatě aplikace není potřeba žádného sofistikovaného grafického rozhraní (GUI). Postačí nám jednoduché okno s několika poli pro cesty k souborům a možnost vyhledávání v průzkumníku, jedno tlačítko pro spuštění generování a dvě pole pro nastavení *PreTriggeru* a *PostTriggeru*. *CheckBox* za *PostTriggerem* umožňuje přepínat ze symetrických *Triggerů* na nesymetrické. Toho je docíleno *bindingem* (navázáním) hodnoty *CheckBoxu* na možnost editace pole *PostTriggeru*. *Can Invert* umožňuje zakázat invertování hodnot. Obrázek 9 na následující straně zachycuje GUI při běhu aplikace.

Pro zpříjemnění práce s aplikací jsem implementoval několik metod, které umožňují *Drag&Drop* nad pole pro zadávání souborů. Daný soubor tedy stačí pouze přetáhnout do příslušného políčka a v něm se okamžitě zobrazí cesta k souboru. Je to pohodlnější a efektivnější než vyhledávání každého jednoho souboru v průzkumníku.

Pro zamezení zamrznutí aplikace je po stisknutí tlačítka pro generování spuštěn *BackgroundWorker*. *BackgroundWorker* umožňuje podávat informace o běhu aplikace přímo do hlavního okna. Uživatel tedy ve spodní části okna vidí informace o tom, co právě aplikace vykonává. *ProgresBar* pak může informovat o počtu dokončených úkonů, v tomto případě pouze informuje o běhu aplikace.

ReportGenerator v1.1.1.1

PreTrigger: 5.0

PostTrigger: 5.0 ☐ Can Invert: ☐

Dewetron file: D:\BP\hotovo\_SK326070135\_LVI\_-20°C.txt

Config file: D:\BP\konfig\_protokol.xlsx

Save to: D:\BP\Data

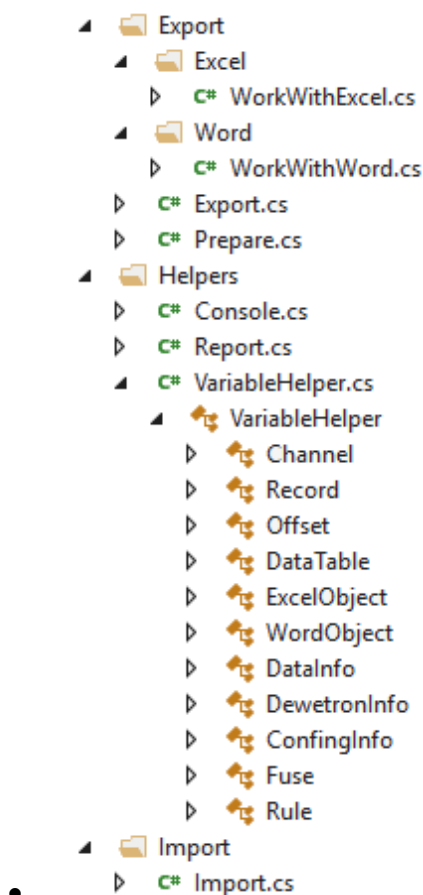
Generate

11:24:03 || Importing files...  
11:24:03 || Reading config file...  
11:24:03 || Reading Dewetron file...  
11:47:23 || Working with excel...  
11:47:23 || Preparing tables...  
11:47:24 || Preparing charts...  
11:50:16 || Working with word...

Obrázek 9 – GUI

## 4 Import

O import dat se stará třída *Import*. Třída *Import* obsahuje jednu veřejnou metodu *ImportFiles*, která následně volá ostatní metody potřebné k importování dat. Metody si předávají objekt třídy *DataInfo*, který v sobě nese informace o datech. Struktura tříd a jejich určení viz Obrázek 10, snímek obrazovky ze *solution exploreru* Visual Studia.



Obrázek 10 - Třídy aplikace

### 4.1 DataInfo

Objekt *DataInfo* je malá třída, která v sobě však nese vše potřebné pro fungování celého procesu. V první řadě je zde zaznamenána cesta pro uložení konečného reportu, dále název reportu a pole rozdělovačů. Toto pole udržuje seznam používaných oddělovačů – to umožňuje automaticky rozpoznat jaký oddělovač je použit v exportovaných datech a pak jej využít v dalších metodách.

Dále se do této třídy ukládají načtená data z DEWETRONu a konfiguračního souboru. Po dalších procesech jsou zde uloženy informace jednotlivých tabulek s daty.

## 4.2 Konfigurační soubor

Konfigurační soubor obsahuje vše, co se může nějakým způsobem měnit pro jednotlivá měření, tím je myšleno:

- Data jednotlivých pojistek (*class Fuse*)
  - Název (označující typ a umístění pojistky)
  - Měřeno
  - Typ
  - Hodnota pojistky
  - Průřez
  - Materiál (je-li hliníková)
  - Režim měření
  - Napájené spotřebiče
- Norma VW (*class Rule*)
  - Proud
  - Typ
  - Materiál (je-li hliníková)
  - Bezpečný proud (většinou 80 % proudu)
  - Průměry vodiče pro jednotlivá teplotní rozpětí
  -

### 4.2.1 Třída Fuse

Objekt *Fuse* v sobě drží pouze základní informace týkající se dané pojistky a po přiřazení také kolekci pravidel (z logiky věci se zde nachází až na jednu výjimku vždy jen jedno pravidlo, nicméně u jedné pojistky dochází ke změně jmenovitého proudu se změnou teploty, tudíž je nutné držet dvě pravidla).

### 4.2.2 Třída Rule

Třída *Rule* se stará o správnou interpretaci hodnot načtených z normy VW. Jedná se o konvertování hodnot typu *string* do typu *double*. Toto konvertování je prováděno pomocí setrů. Dále se třída stará o porovnávání objektů typu *Fuse* s objekty typu *Rule* pro správné přiřazení jednotlivých pravidel pro jednotlivé pojistky. Metoda *OverFuse* pak určuje, zdali daná hodnota je nadproud dané pojistky.

## 4.3 Načítání dat DEWETRON a imc

Načítání dat probíhá v režimu postupného načítání hodnot pomocí *StreamReaderu* z textového souboru. V textovém souboru jsou hodnoty ve formátu vy-

cházejícího ze souborů typu .csv. Po načtení hlavičky přichází na řadu načítání samotných hodnot. Načítání je rozdělené do 2 průchodů. Díky použití textového souboru pro přenos dat z měření do aplikace, jsou odchylky při načítání dat pro DEWETRON a imc minimální a týkají se pouze načítání hlavičky, která nese informace o měření.

#### 4.3.1 Třída Channel

Pro každý měřený kanál si aplikace uchovává informace v objektu *Channel*. Zde je uchován název měřené pojistky, číslo kanálu, *Peak* (maximální naměřená hodnota) typu *Record*, seznam všech hodnot v daném časovém úseku okolo maximální hodnoty (taktéž typu *Record*), objekt pojistky (*Fuse*), využití pojistky a informace o tom, o jaký typ maximální hodnoty se jedná včetně jeho trvání, počet kladných a záporných hodnot a informace o potřebě invertování.

#### 4.3.2 Třída Record

Tato třída shromažďuje veškeré informace o jednotlivých naměřených hodnotách. To znamená čas, kdy byla hodnota změřena, její samotnou hodnotu, a na jakém kanálu byla změřena.

#### 4.3.3 FindPeaks – První průchod

V prvním průchodu daty nejprve zajistím správné označení jednotlivých kanálů podle prvního řádku hodnot, zde se nachází označení pojistek, které byly měřeny. O to se stará metoda *checkLine*. Kanály se tedy spárují s příslušnou pojistkou. Dále si pro každou hodnotu inkrementací příslušné proměnné zaznamenávám, jestli se jedná o kladnou či zápornou hodnotu. Podle tohoto kritéria pracuji s maximem či minimem. Pro každou hodnotu tedy porovnávám, je-li větší než předchozí maximum, popřípadě menší než minimum.

Pro každou pojistku je potřeba provést porovnání s výše popsanými pravidly. Toto ověření probíhá přímo v třídě *Rule*, kde, jak bylo výše popsáno, jsou implementovány metody umožňující ověření využití pojistky. Pokud hodnota proudu naměřeném na pojistce přesahuje vlastní hodnotu pojistky, je zařazena do kolekce všech těchto hodnot, pro zjištění trvání tohoto stavu (podle prvního pravidla pro typ maxima), obdobně pro druhý typ.

Následně dochází k vytvoření jednotlivých záznamů (*Record*) a na konci prvního průběhu jsou podle počtu naměřených kladných a záporných hodnot jednotlivým kanálům přiřazeny jejich příslušná maxima.

#### 4.3.4 ReadDewetronFile – Druhý průchod

Druhý průchod se zabývá pouze samotnými daty. Už známe maximální hodnoty z prvního průběhu, a jediné co zbývá, je načíst hodnoty v okolí těchto bodů. Každá z maximálních hodnot si uchovává čas, ve kterém tato hodnota byla naměřena (pro maxima prvních dvou typů je to hodnota ve středu doby trvání). Načteme tedy všechny hodnoty, jejichž čas odpovídá uživatelem specifikovanému rozmezí od samotného maxima a následně je zařadíme do kolekcí záznamů každého kanálu. Pokud se jedná o první nebo druhý typ, je toto rozmezí rozšířeno o trvání nadproudu.

## 5 Export

Malá třída starající se o správné fungování *Interopů*. Problémem použití interopu je ten fakt, že po spadnutí aplikace či neúspěšném exportu zůstávají běžet procesy excelu či wordu. O minimalizaci těchto neduhů se stará právě třída export. V této třídě je v *TryCatchFinally* volána níže popsaná třída *WorkWithExcel* či *WorkWithWord*. *Finally* zajišťuje ukončení a opuštění procesu, ať samotný export proběhl jakkoliv.

### 5.1 TryCatchFinally

Posloupnost *Try-Catch-Finally* se využívá tam, kde je možné očekávat chybu, které nejsme schopni předejít a zároveň přistupuje k nějakému COM objektu.

V našem případě se občas stane, že program spadne, a nejsme vlastně schopni určit proč. Dostáváme hlášku, typicky ve formátu HR00000. Jedná se o výjimky excelu, které však nemají většinou jasný význam, a dopátrat se k jejich příčině je téměř nemožné. Nejlepším pomocníkem je tak pravidlo, že co dokážeme udělat přímo v excelu, zvládneme i v interop. Občas se však neshoduje formát zadávání, či název funkce a její chování. Za většinou kódu tedy stojí spousta pokusů.

#### 5.1.1 Marshall

*Finally* nám tedy na závěr celého procesu, ať již dopadl jakkoliv, umožní vykonat kód. V našem případě se jedná o takzvaný *Marshalling*. *Marshalling* je proces který vytváří pomyslný most mezi řekněme řízeným a neřízeným kódem a je součástí CLR. Abychom se v tom lépe orientovaly, řekněme si, že kód, který vznikl pod .NET a je kontrolovaný CRL je řízený. Ostatní kód je neřízený, nekontrolovaný.

V našem případě je zásadní metoda *ReleaseCoimObject*, o které můžeme zjednodušeně říci, že nám dovoluje natvrdo uzavřít COM objekt, který si drží reference.

#### 5.1.2 Garbage collector (GC)

GC je další CLR komponenta, která spravuje alokovanou paměť. V této aplikaci využívám kombinaci dvou metod z této komponenty. První metodou je metoda *Collect*, která se pokouší o znovu zpřístupnění veškeré znepřístupněné paměti.



Druhou metodou je metoda *WaitForPendingFinalizers*, která pozastaví aktuální vlákno, dokud se nevyřeší paměťové záležitosti. Pokud jsou totiž v procesu objeveny nedokončené úkony týkající se paměti, jsou nastaveny jako čekatelé na ukončení, a nakonec odebrány z tohoto listu. Následně může proces, potažmo vlákno, pokračovat.

## 5.2 WorkWithExcel

Třída *WorkWithExcel* se stará o vytváření grafů v Excelu. To znamená, že jejím úkolem je vložení dat pro jednotlivé pojistky, vytvoření grafu, a naformátování grafu. K tomu jí slouží níže popsané metody.

### 5.2.1 ExcelExport

Jediná veřejně přístupná metoda třídy *WorkWithExcel*. Vytváří instanci excelu pro další metody. Pro každou pojistku nechává vytvořit nový list v excelu a nechává jej naplnit hodnotami. Po naplnění hodnotami je volaná metoda vytvářející graf.

Při vkládání dat přes Interop se pracuje s *Range* (rozsah). Je časově výhodnější vložit data (dvojměrné pole objektů) do *Range*, která začíná buňkou [1,1], a končí buňkou, jejíž řádek odpovídá počtu dat a nachází se v druhém sloupci. Při vkládání jednotlivých hodnot je celý proces značně pomalejší. To stejné platí pro práci s pozadím buněk. Zde je zpomalení ještě rapidnější.

Pro graf je potřebné upravit data týkající se časové osy. Při načítání se pro tyto potřeby veškeré časové hodnoty převádí. Hodnoty jsou vyděleny počtem vteřin za den, což odpovídá hodnotě 86400.

Dále je nutné nastavit barvu grafu, nastavit pomocnou síť grafu, maximální a minimální hodnoty grafu a také protnutí osy X s osou Y.

Na závěr procesu jsou grafy pro pozdější použití uloženy jako objekty *Chart* v objektech *DataTable*. Excel je poté uložen z důvodu nestabilního chování při neuložení souboru.

## 5.3 WorkWithWord

Třída *WorkWithWord* se stará o vytvoření a formátování reportu. Znamená to zpracování grafů z excelu do tabulky wordu, načtení úvodní šablony, která obsahuje první strany protokolu, které jsou až na drobnosti neměnné. Jako tuto šablonu je

možné použít jakýkoli wordovský dokument. Dále vkládá porovnávací tabulky, vypisuje všechny pojistky a následně jim vkládá příslušné grafy.

### 5.3.1 WordExport

Opět se jedná o jedinou veřejně přístupnou metodu. Tato metoda sjednocuje výstup níže popsaných metod. Jako první je potřeba vytvořit objekt *WordObject*, který se stará o nastartování instance wordu a otevření šablony. Tento objekt si také drží příslušné objekty potřebné pro správné fungování procesu exportu. Dále je potřeba zajisti formátování. To znamená ukončení oddílu a vložení nového odstavce.

### 5.3.2 addCompareTable

Tato metoda vkládá do wordu tabulku porovnání naměřených hodnot jednotlivých pojistek. Tabulky jsou dvě, jedna pro pojistnou skříň SiDo, druhá pro pojistnou skříň EBox.

Metoda podle zadaných parametrů nejprve rozhodne, jaká tabulka bude vytvářena a v závislosti na tom vybere příslušné pojistky. Následně na pozici nového odstavce vloží tabulku, která je nadefinována počtem pojistek a pevným počtem řádků a sloupců. Pevné řádky slouží pro výpis hlavičky. Metoda nastaví formát tabulky, odsazení, zarovnání a hranice tabulky.

Dalším krokem je slučování buněk. Tak, jak již bylo popsáno výše, opět se zde pracuje s *Range*. Zde je však přístup odlišný. V *Range* je dále přístupováno k odstavci, který dovoluje nastavovat zarovnání jednotlivých buněk, podbarvení buněk či barvu textu. Při formátování jednotlivých buněk hlavičky pak dochází zároveň k jejich naplnění. Až do této chvíle se tabulky pro jednotlivé pojistné skříně liší pouze počtem řádků pro jednotlivé pojistky.

### 5.3.3 fillCompareTable

Metoda *fillCompareTable* vyplní data do připravených tabulek. Zároveň nastavuje podbarvení jednotlivých buněk dle odpovídajících hodnot. Viz Obrázek 11.

Vnitřní pojistný box – LVI									
pojistka	typ	X (výbava na voze)	ALU	průřez dle dok	hodnota pojistky fyzicky na voze	obsazené spotřebiče	režim měření	využití pojistky [%]	poznámka
							staticky		
							dynamicky		
							I <sub>max</sub>		
F1_L VI	ATO	X		1.5	10	SCR	12.1602	121.6	NOK
F2_L VI	mini	X		1.5	10	Lenkradheizung	8.07532	80.75	NOK
F5_L VI	mini	X		1.5	10	Gateway	2.32452	23.25	OK
F7_L VI	mini	X		1.5	10	Getriebe, Klima/Heizung	2.08690	20.87	OK
F8_L VI	mini	X		1.5	10	Diag./LDS/Regensensor,AFS,Ambientebeleuchtung	0.32346	3.23	OK
F9_L VI	mini	X		0.5	5	SMLS/KESY	0.55065	11.01	OK
F10_LVI	mini	X		1.5	10	Touchscreen	2.68875	26.89	OK
F11_LVI	ATO	X		0.35	5	BCM Licht links	14.7996	295.99	NOK
F17_LVI	mini	X		0.35	7.5	Kombiinstrument	3.24617	43.28	OK
F18_LVI	mini	X		0.35	7.5	Rückfahrkamera	0.00798	0.11	OK
F19_LVI	mini	X		1	10	Kessy SG	1.39173	13.92	OK
F20_LVI	mini	X		1	10	SCR	3.69910	36.99	OK
F21_LVI	mini	X		1	10	Haldex	12.2035	122.04	NOK
F24_LVI	ATO	X	X	2.5	30	BCM Licht re.	15.4833	51.61	OK
F25_LVI	ATO	X	X	1	10	TSG links Kl. 30_FH	51.5049	515.05	NOK

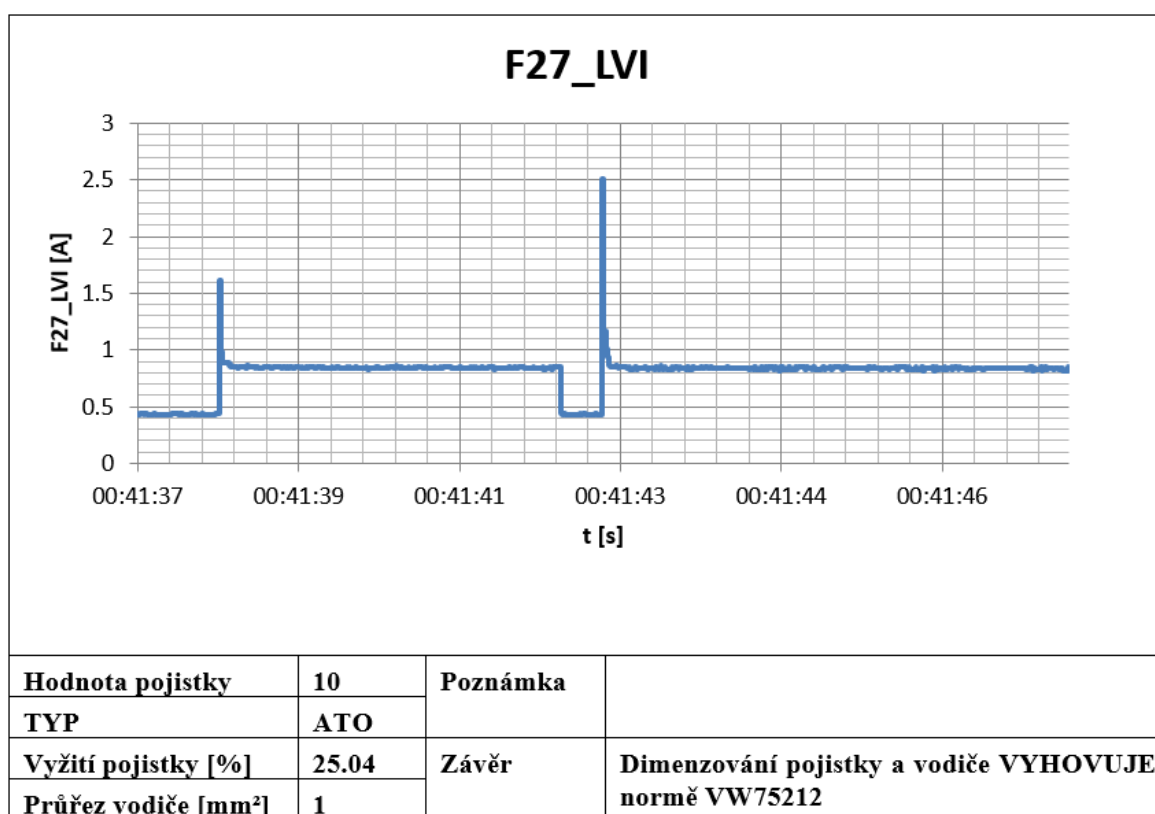
Obrázek 11 – Výřez tabulky pojistek z reprotu

### 5.3.4 addChartTables

O tabulky pro jednotlivé grafy se stará metoda *addChartTables*. Metoda pro všechny objekty *DataTables* v *dataInfo* vytvoří nové odstavce. Na pozici konkrétního odstavce je vložena tabulka 5×4. Po nastavení výšky a šířky pro každý řádek a sloupec dochází ke sjednocení daných buněk tak, aby formát odpovídal původní tabulce.

Do tabulky je na pozici [1,1] vložen graf z excelu. Pozice [2,2] až [2,4] jsou vyplněny dle předchozích výpočtů. Poznámka není vyplňována, to přísluší pracovníkům Škoda Auto a.s.

Pokud nehrozí aktivování pojistky, je v závěru uvedeno „Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212“. V opačném případě je popsáno pro by nemělo dimenzování vyhovovat. Obrázek 12 zobrazuje podobu finálního grafu.



Obrázek 12 - Tabulka pojistky

## 6 Závěr

Výsledkem této práce je aplikace, která je schopna generovat reporty z exportovaných dat. Vygenerované tabulky a grafy jsou přiloženy. Report není přiložen celý z důvodu nevěřejnosti dat a závazků uvedených ve smlouvě.

Při komunikaci se Škoda Auto a.s. došlo k pochybení při exportu dat z DEWEsoftu. Aplikace však funguje správně a při generování reportu z naměřených dat při použití konfiguračního souboru s náhodnými pojistkami byly grafy vytvořeny správně. Jednotlivé komentáře se mohou jevit jako nesprávné, to je však zapříčiněno náhodným přiřazením pojistek v konfiguračním souboru. Správnost vygenerovaného reportu byla ověřena přímým porovnáním v DEWEsoftu s přihlédnutím na chybějící data pracovníkem Škoda Auto a.s.

Tato práce není první prací na toto téma. V současné době byl nasazen program od koncernu VW, který zpracovává data z měřícího stanoviště imc. Z toho důvodu se tato aplikace zabývá pouze daty z DEWETRONU. V minulosti byla tato práce zadána jinému studentovi z Německa, ten ale práci nedokončil.

Aplikace prokazuje signifikantní zrychlení celého procesu. Data pro 31 pojistek, velikosti 7Gb, byla zpracována do závěrečného reportu za 35minut. Odhadovaný čas zpracování zaměstnancem je 6 až 10 hodin.

Vygenerovaný report obsahuje 2 tabulky hodnot pojistek. Hodnoty jsou porovnány s normou VW a podle toho jsou komentovány. Dále report obsahuje tabulku s grafem pro každou pojistku.

Dalším postupem by mohlo být zrychlení procesu načítání dat nebo změna celkového přístupu, který by nepracoval s excelem a wordem, ty jsou momentálně největší slabina celé aplikace. V tom případě by šlo o komplexní automatizaci a muselo by se změnit zadání od Škoda Auto a.s.

Zadání práce bylo splněno, aplikaci je možné uvést do provozu. Samotné uvedení závisí pouze na legislativě Škoda Auto a.s.

## Použitá literatura

- [1] .NET. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017 [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/.NET>
- [2] BEŠTA, Miloš. Tavná pojistka [online]. 2013, 4 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: [www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T-1.3-POJISTKA.pdf](http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T-1.3-POJISTKA.pdf)
- [3] DS-NET [online]. [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: [www.systemtech.se/fileadmin/resources/datasheets/dewesoft/ds-net-ds-b100901.pdf](http://www.systemtech.se/fileadmin/resources/datasheets/dewesoft/ds-net-ds-b100901.pdf)
- [4] VW 75212. Dimensionierung von Leitungen und Sicherungen im Kraftfahrzeug. 2012.
- [5] PETZOLD, Charles. *Mistrovství ve Windows Presentation Foundation: [aplikace = kód + markup]*. Brno: Computer Press, 2008. Mistrovství. ISBN 978-80-251-2141-2.
- [6] MCCONNELL, Steve. *Dokonalý kód: umění programování a techniky tvorby software*. Brno: Computer Press, 2005. ISBN 9788025108499.
- [7] ĎAĎO, Stanislav a Marcel KREIDL. *Senzory a měřicí obvody*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-01-02057-6.

## A Vygenerovaný report

Z důvodu zachování formátu reportu naleznete report až na dalších stranách přílohy.



Vnitřní pojistný box – LVI									
pojistka	typ	X (výbava na voze)	ALU	průřez dle doku	hodnota pojistky fyzicky na voze	obsazené spotřebiče	režim měření	využití pojistky [%]	poznámka
							staticky		
							dynamicky		
							$I_{ax}$		
F1_L VI	ATO	X		1.5	10	SCR	12.1602	121.6	NOK
F2_L VI	mini	X		1.5	10	Lenkradheizung	8.07532	80.75	NOK
F5_L VI	mini	X		1.5	10	Gateway	2.32452	23.25	OK
F7_L VI	mini	X		1.5	10	Getriebe, Klima/Heizung	2.08690	20.87	OK
F8_L VI	mini	X		1.5	10	Diag./LDS/Regensensor, AFS, Ambientebeleuchtung	0.32346	3.23	OK
F9_L VI	mini	X		0.5	5	SMLS/KESSY	0.55065	11.01	OK
F10_LVI	mini	X		1.5	10	Touchscreen	2.68875	26.89	OK
F11_LVI	ATO	X		0.35	5	BCM Licht links	14.7996	295.99	NOK
F17_LVI	mini	X		0.35	7.5	Kombiinstrument	3.24617	43.28	OK
F18_LVI	mini	X		0.35	7.5	Rückfahrkamera	0.00798	0.11	OK
F19_LVI	mini	X		1	10	Kessy SG	1.39173	13.92	OK
F20_LVI	mini	X		1	10	SCR	3.69910	36.99	OK
F21_LVI	mini	X		1	10	Haldex	12.2035	122.04	NOK
F24_LVI	ATO	X	X	2.5	30	BCM Licht re.	15.4833	51.61	OK
F25_LVI	ATO	X	X	1	10	TSG links Kl. 30_FH	51.5049	515.05	NOK
F26_LVI	ATO	X		1	10	Sitzheizung vorne	19.3201	193.2	NOK
F27_LVI	ATO	X		1	10	BCM Kl.30_P	2.50393	25.04	OK
F32_LVI	mini	X		0.5	10	PDC	0.86862	8.69	OK
F34_LVI	mini	X		0.5	10	KL15 (Lichtdrehhalter, EC-Spiegel, Sitzh. Hi...)	0.37832	3.78	OK
F35_LVI	mini	X		0.5	10	Diagnosestecker, ACC/Kamera	1.72739	17.27	OK

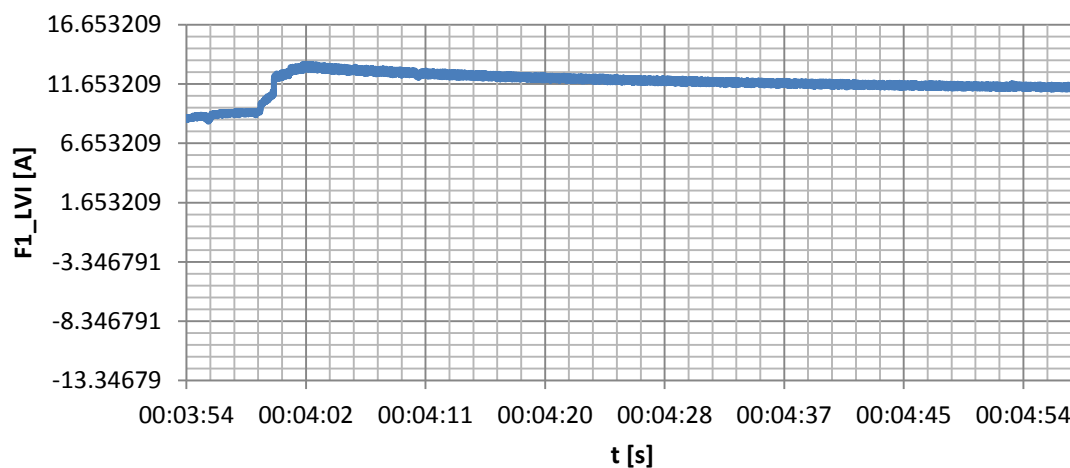




Vnitřní pojistný box - LVI									
pojistka	typ	X (výbava na voze)	ALU	průřez dle doku	hodnota pojistky fyzicky na voze	obsazené spotřebiče	režim měření	využití pojistky [%]	poznámka
							staticky		
							dynamicky		
							I <sub>ax</sub>		
F36_LVI	mini	X		0.5	10	AFS Scheinwerfer rechts	0.57696551	5.77	OK
F37_LVI	mini	X		0.5	10	AFS Scheinwerfer links	0.52227825	5.22	OK
F39_LVI	ATO	X		1	10	TSG rechts Kl. 30_FH	49.026382	490.26	NOK
F42_LVI	ATO	X		1	10	BCM Kl.30_ZV	15.711077	157.11	NOK
F45_LVI	CB	X	X	1.5	15	SG Sitz	31.008228	206.72	NOK
F47_LVI	ATO	X		0.35	5	Heckwischer	16.171961	323.44	NOK
F48_LVI	ATO	X		0.35	5	SWA	0.94430894	18.89	OK
F49_LVI	mini	X		0.35	5	Spule Relais Kl. 50_1, Spule Relais Kl. 50_2	0.013753772	0.28	OK
F50_LVI	Jcase	X		0.35	5	Heckklappantrieb	25.60861	512.17	NOK
F51_LVI	ATO	X		0.35	5		0.047661364	0.95	OK
F53_LVI	ATO	X		0.35	5	Heckscheibenheizung	17.846542	356.93	NOK

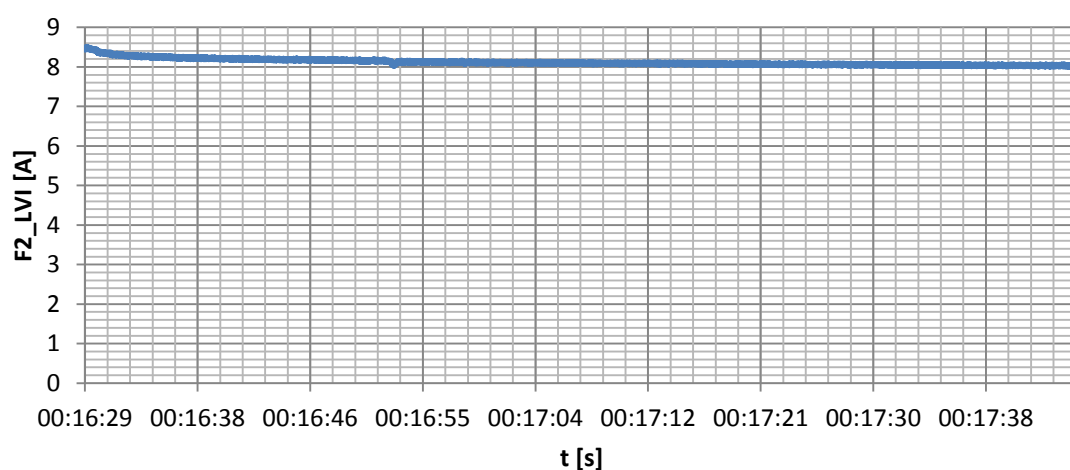


### F1\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	Počet maximálních hodnot: 7
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	121.6	Závěr	$I_{ax} > I_{g0}$ po dobu 64.525
Průřez vodiče [mm²]	1.5		

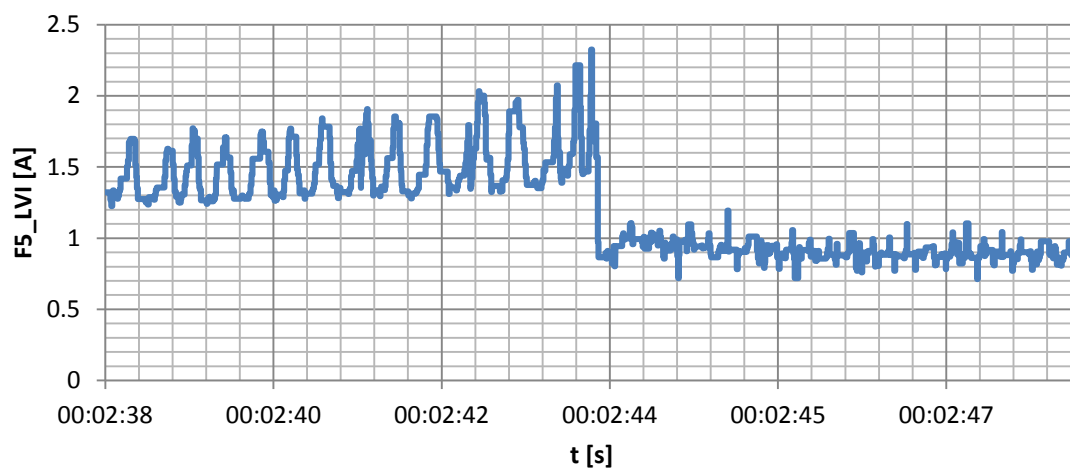
### F2\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	80.75	Závěr	$I_{ax} > I_{g0}$ po dobu 76.2444
Průřez vodiče [mm²]	1.5		

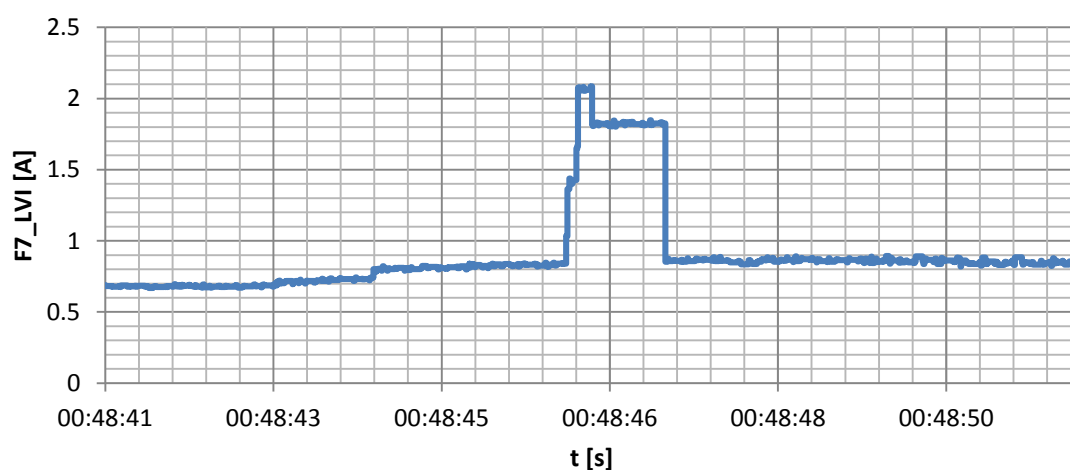


### F5\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	23.25	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1.5		

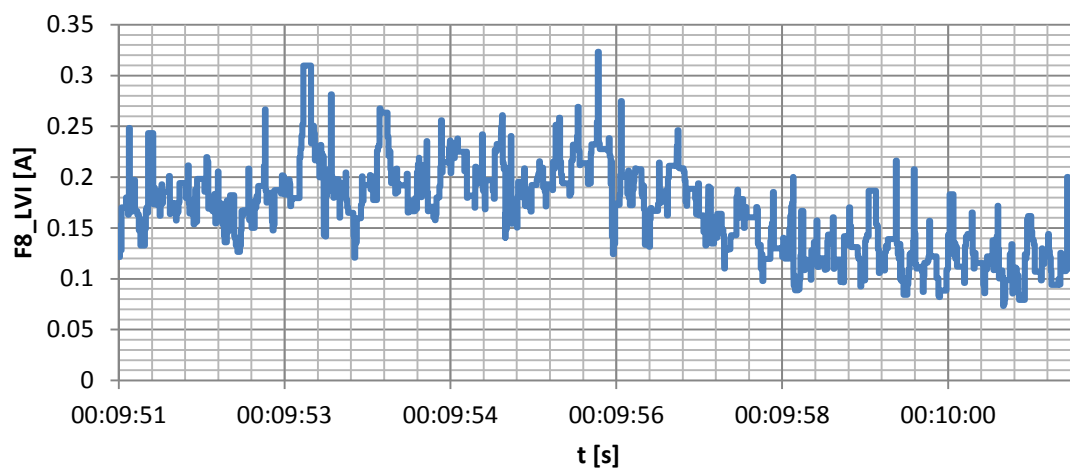
### F7\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	20.87	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1.5		

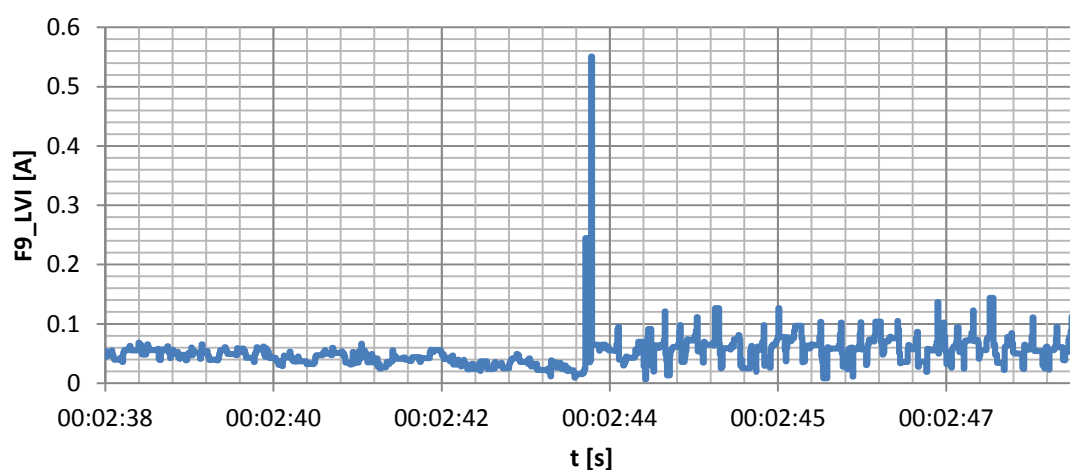


### F8\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	3.23	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1.5		

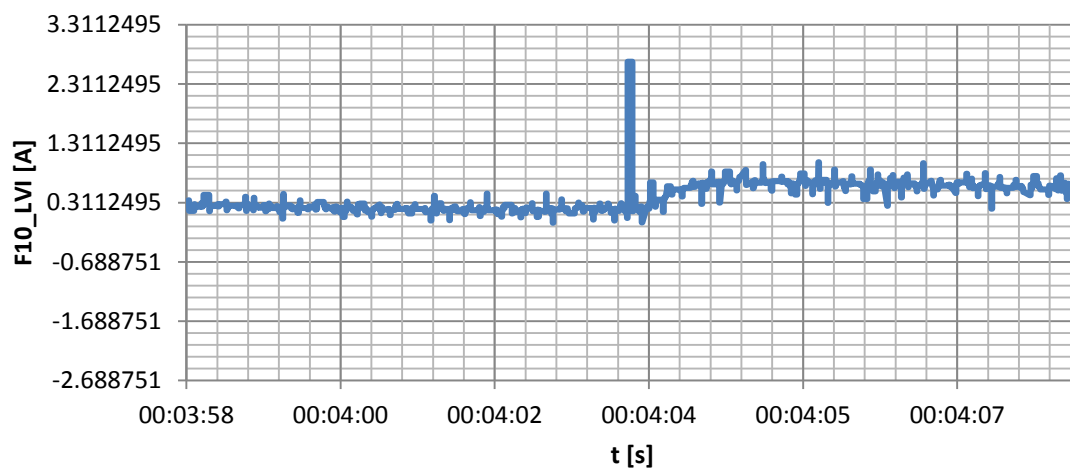
### F9\_LVI



Hodnota pojistky	5	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	11.01	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	0.5		

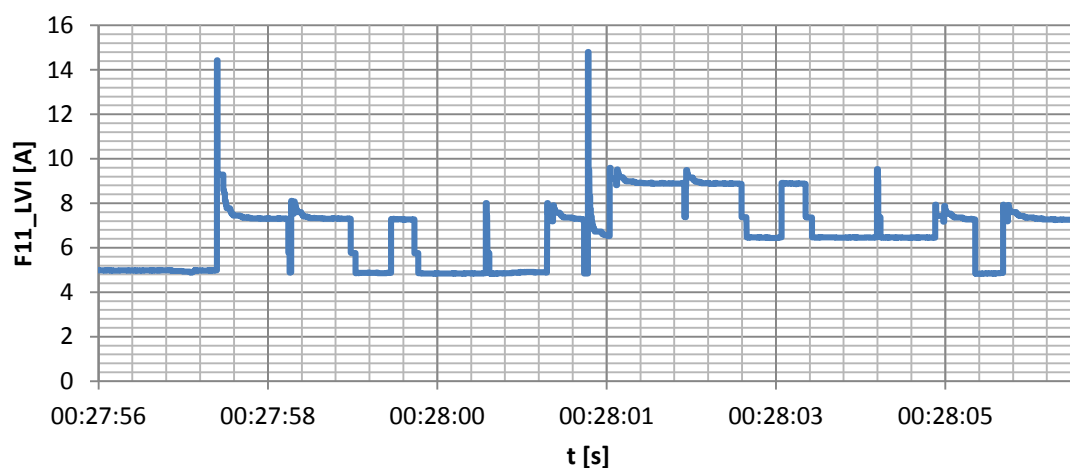


### F10\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	26.89	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm²]	1.5		

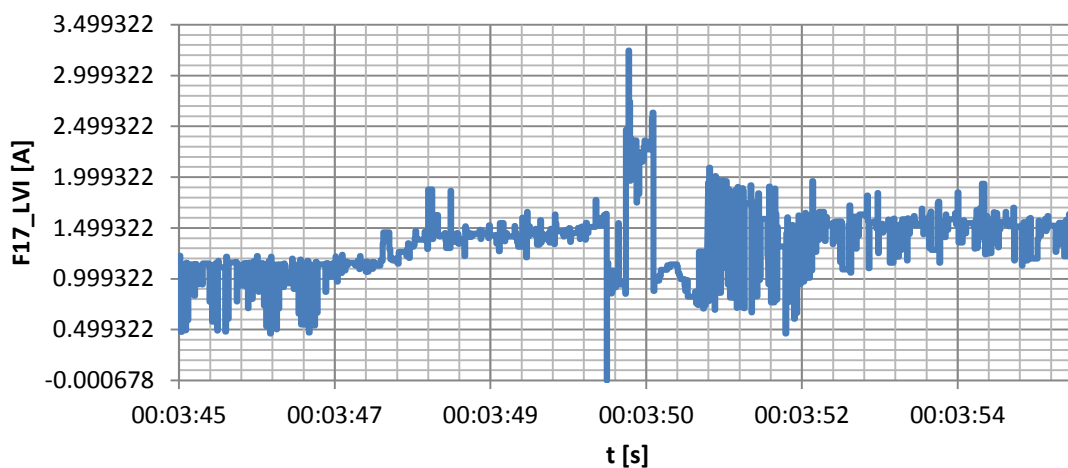
### F11\_LVI



Hodnota pojistky	5	Poznámka	
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	295.99	Závěr	$I_{\square_{ax}} > I$
Průřez vodiče [mm²]	0.35		

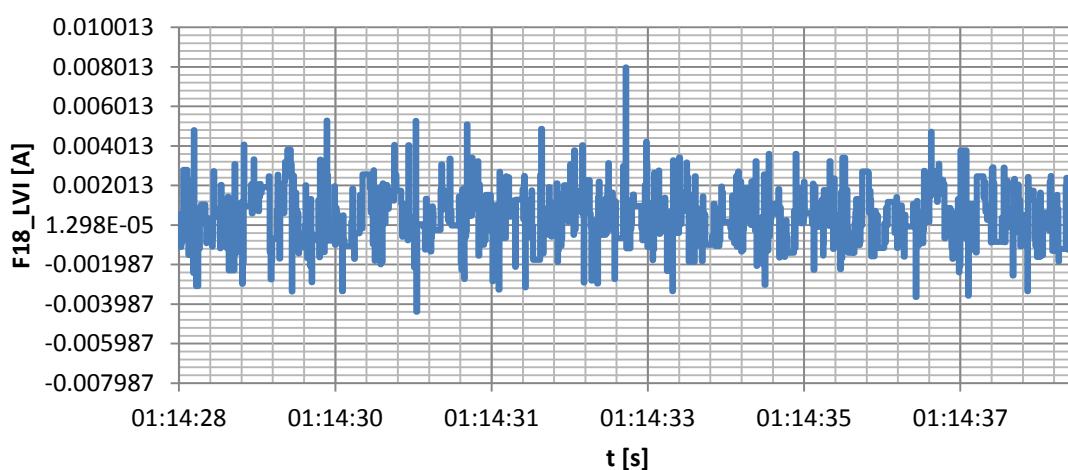


## F17\_LVI



Hodnota pojistky	7.5	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	43.28	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	0.35		

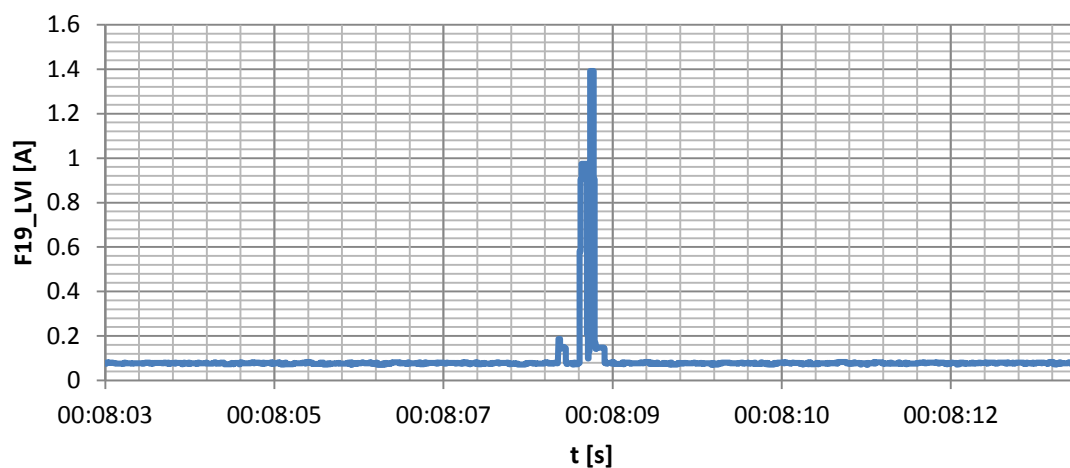
## F18\_LVI



Hodnota pojistky	7.5	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	0.11	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	0.35		

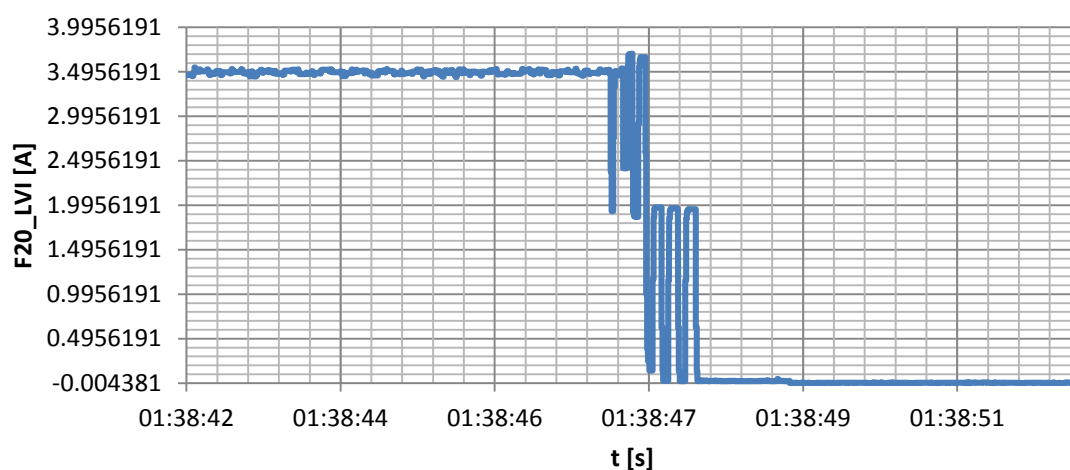


### F19\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	13.92	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1		

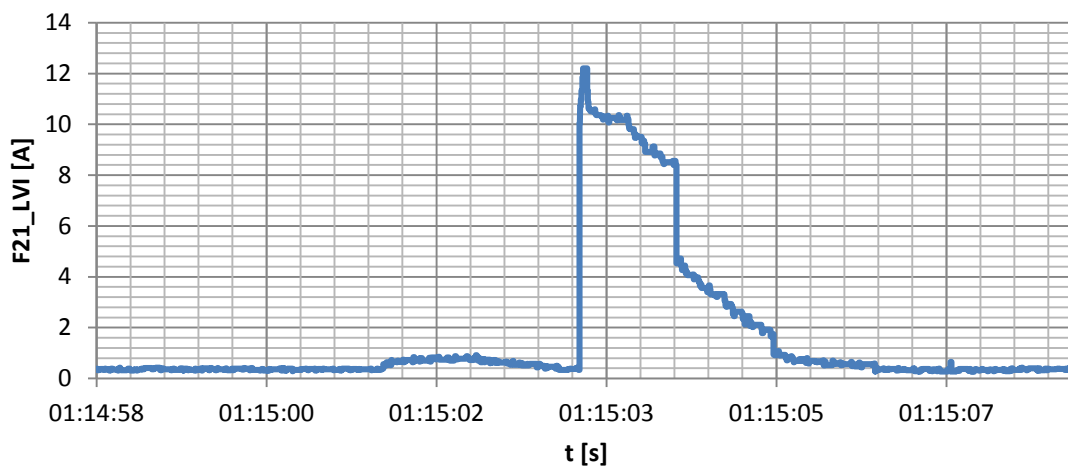
### F20\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	36.99	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1		

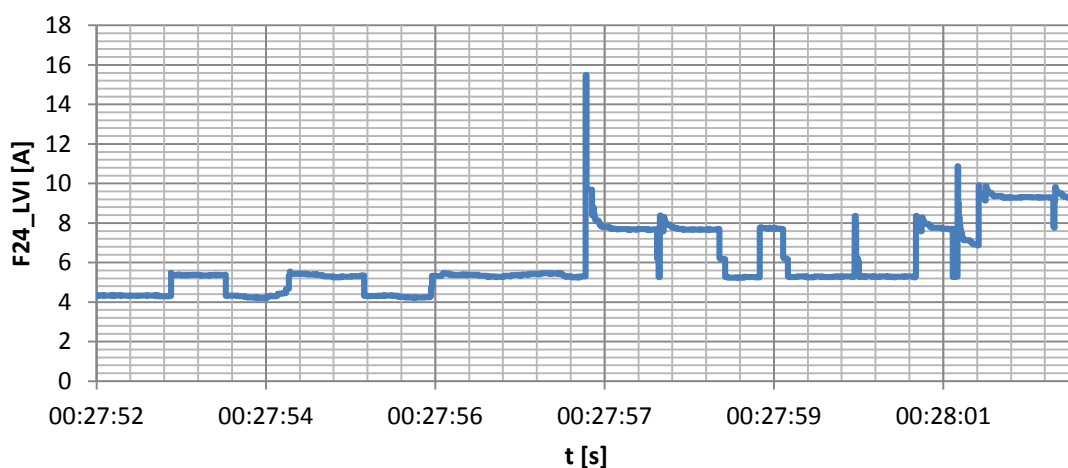


## F21\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	122.04	Závěr	$I_{ax} > I$
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1		

## F24\_LVI

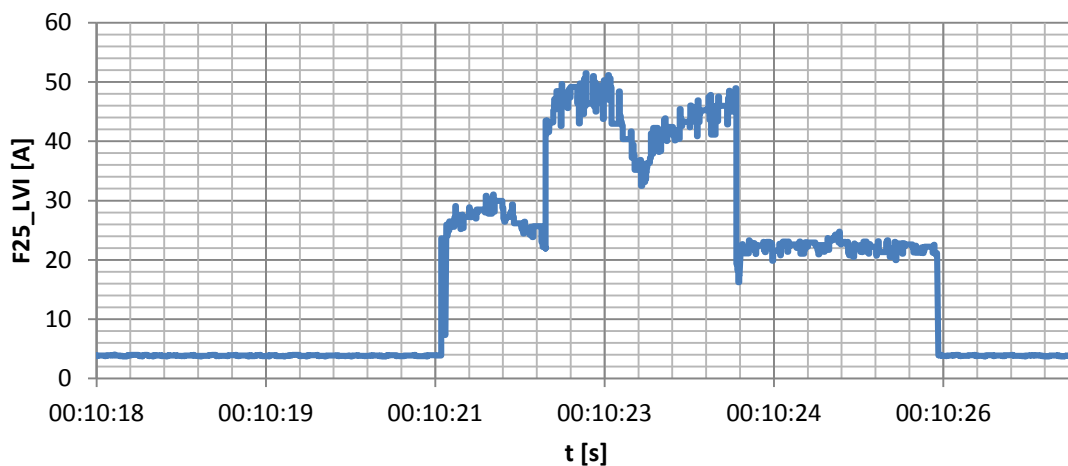


Hodnota pojistky	30	Poznámka	< 55B < 70B
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	51.61	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	2.5		



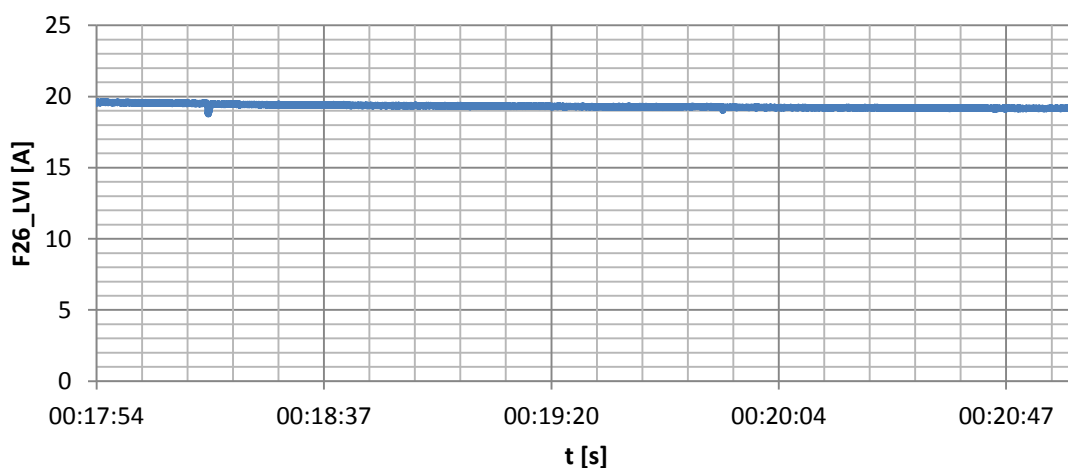


## F25\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	515.05	Závěr	$I_{ax} > I$
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1		

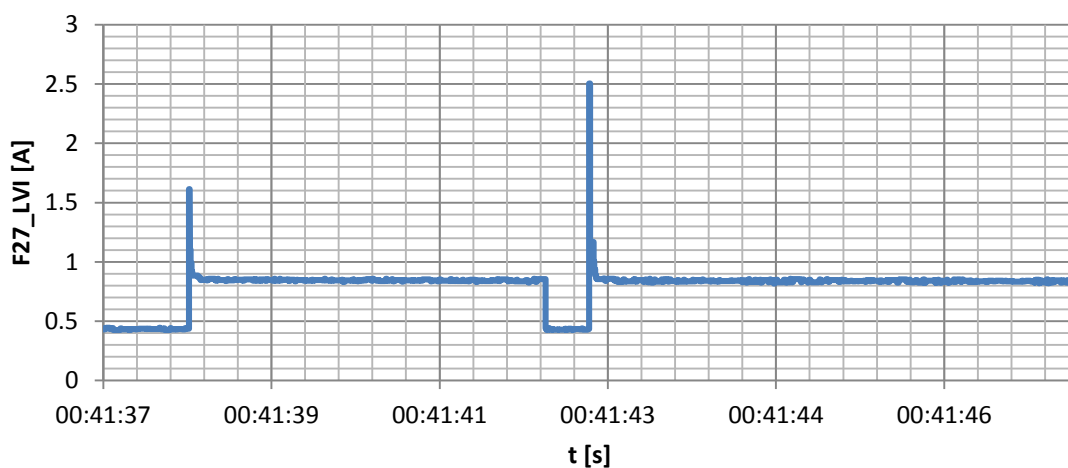
## F26\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	Počet maximálních hodnot: 4
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	193.2	Závěr	$I_{ax} > I$ po dobu 375.0742
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1		

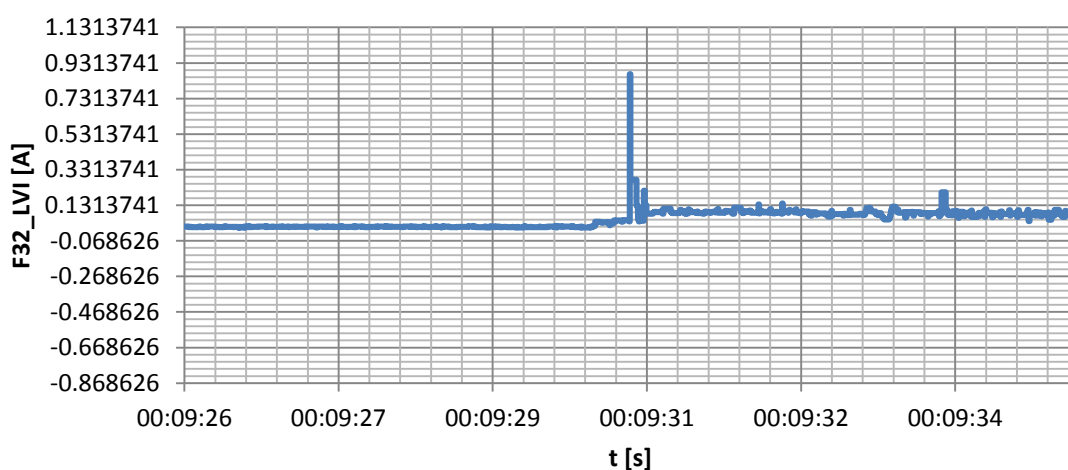


### F27\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	25.04	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1		

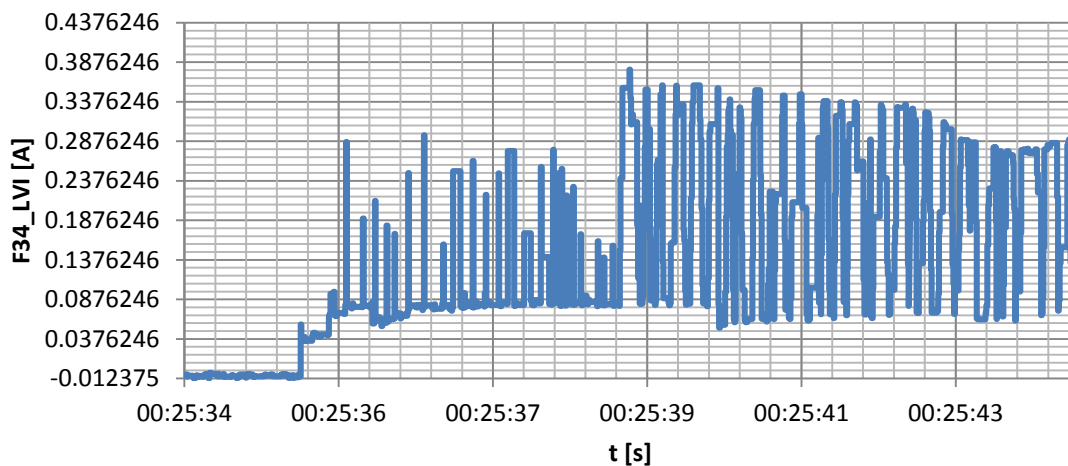
### F32\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	8.69	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	0.5		

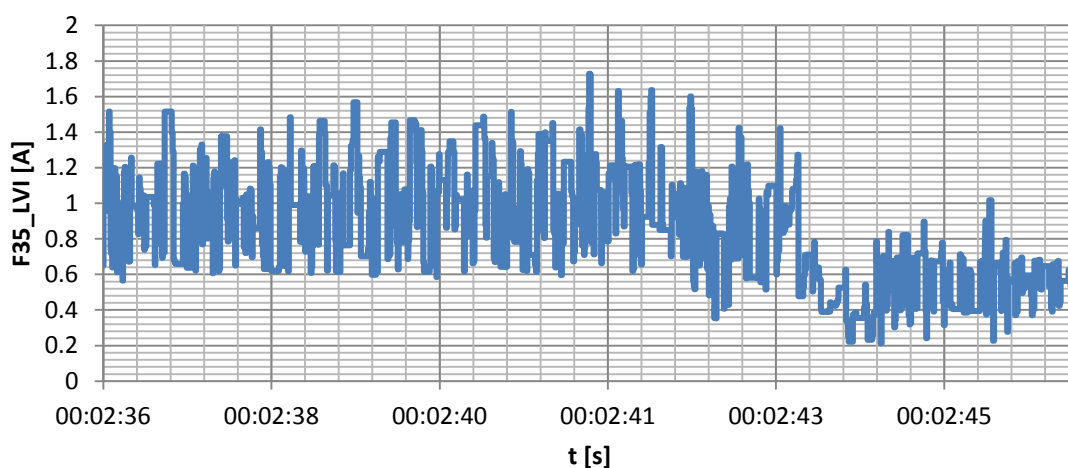


## F34\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	3.78	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm²]	0.5		

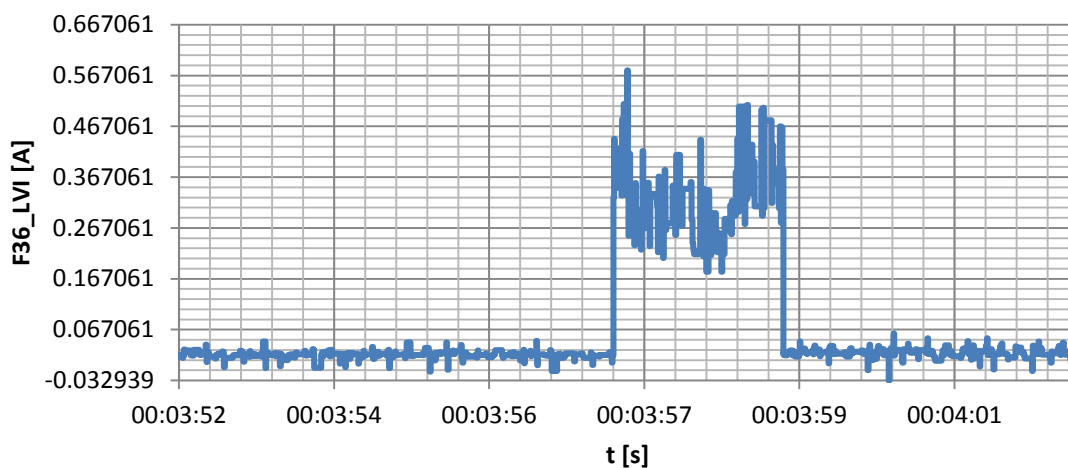
## F35\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	17.27	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm²]	0.5		

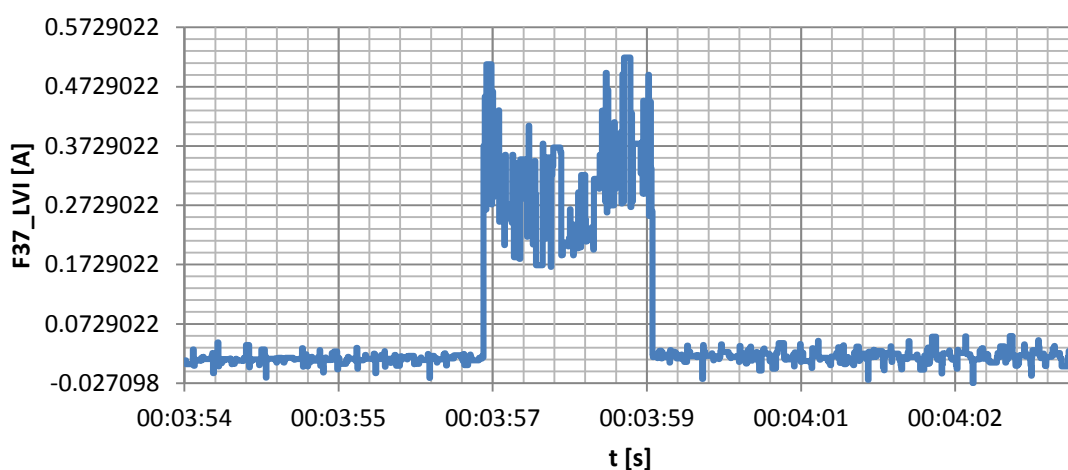


### F36\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	5.77	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm²]	0.5		

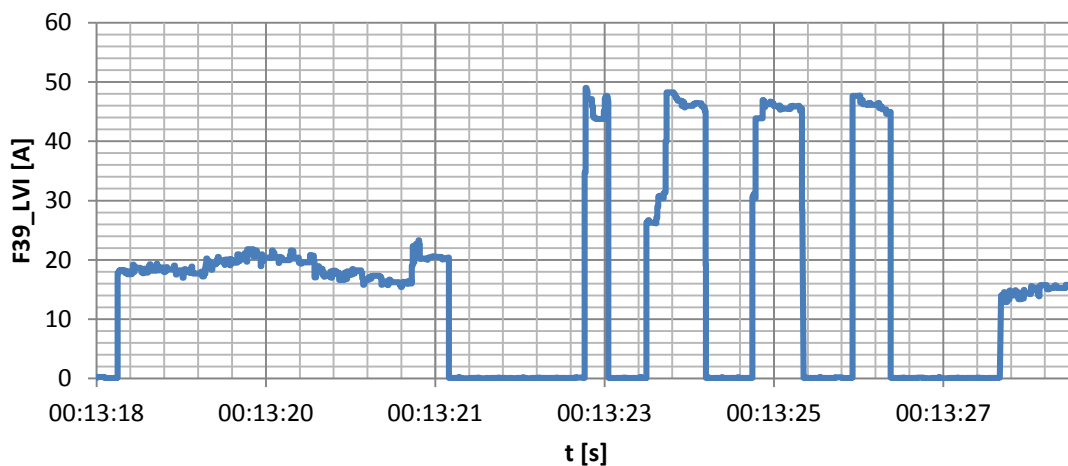
### F37\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	5.22	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm²]	0.5		

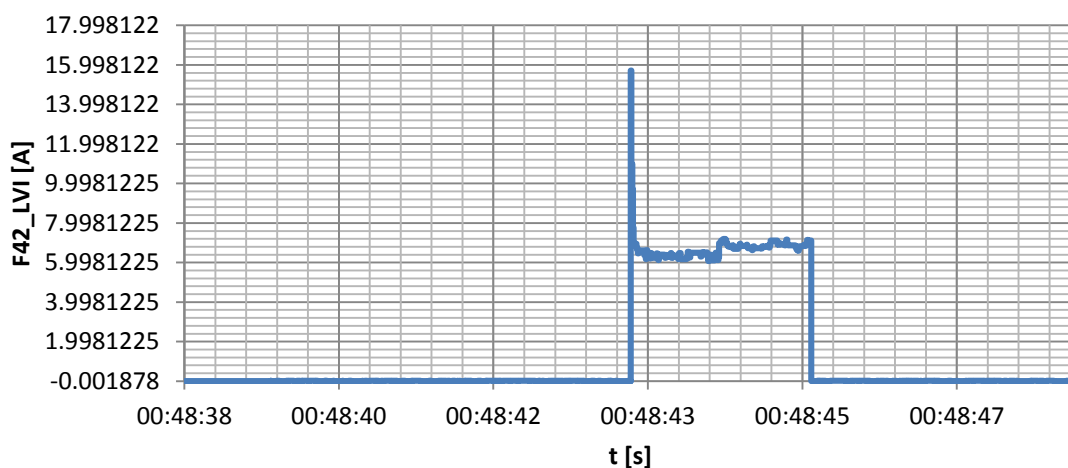


### F39\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	490.26	Závěr	$I_{ax} > I$
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1		

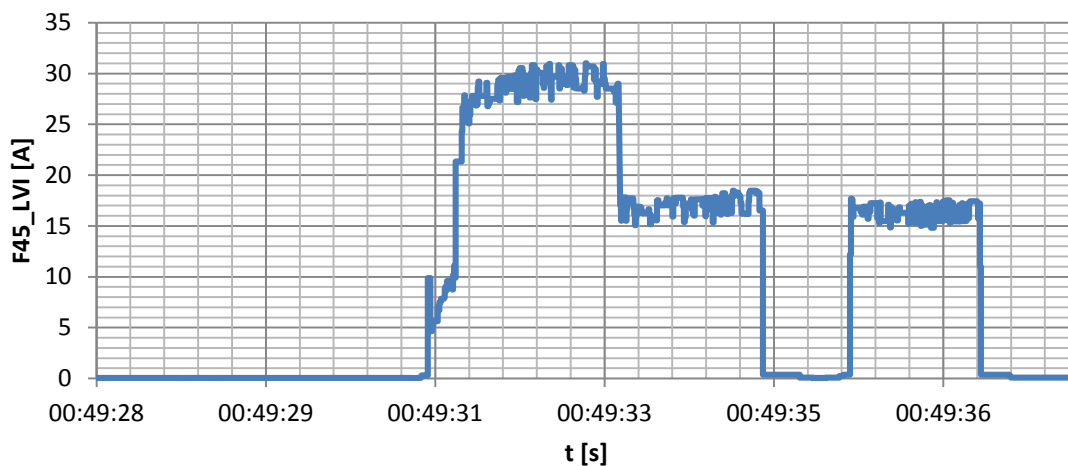
### F42\_LVI



Hodnota pojistky	10	Poznámka	
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	157.11	Závěr	$I_{ax} > I$
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1		

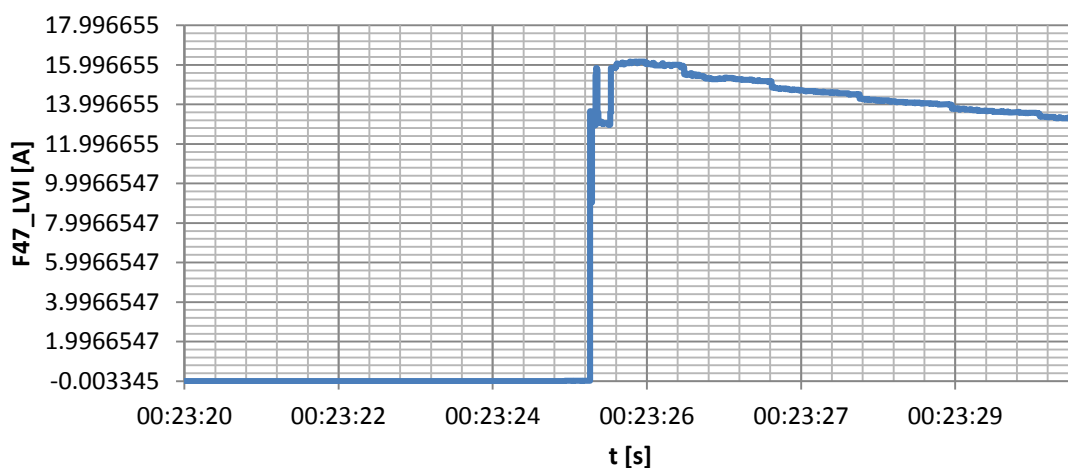


## F45\_LVI



Hodnota pojistky	15	Poznámka	
TYP	CB		
Vyžití pojistky [%]	206.72	Závěr	$I_{ax} > I$
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	1.5		

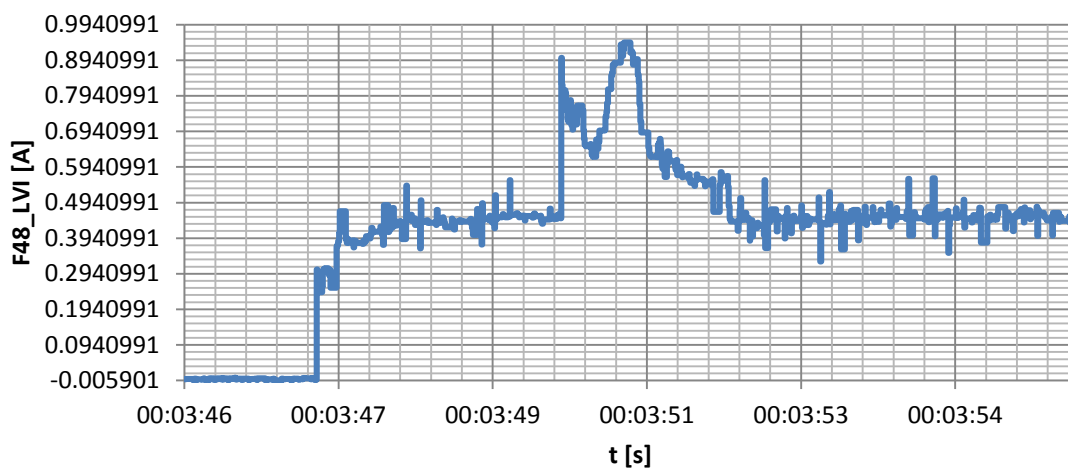
## F47\_LVI



Hodnota pojistky	5	Poznámka	
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	323.44	Závěr	$I_{ax} > I$
Průřez vodiče [mm <sup>2</sup> ]	0.35		

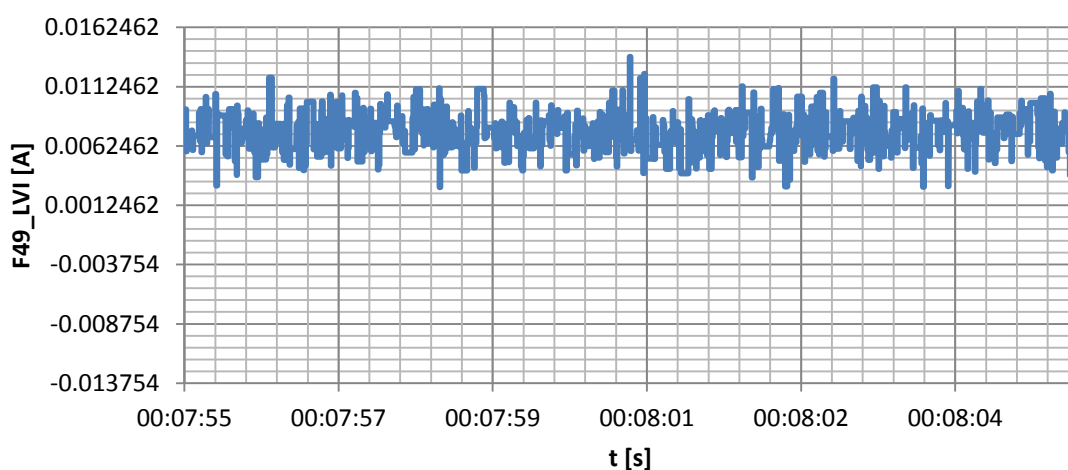


### F48\_LVI



Hodnota pojistky	5	Poznámka	
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	18.89	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm²]	0.35		

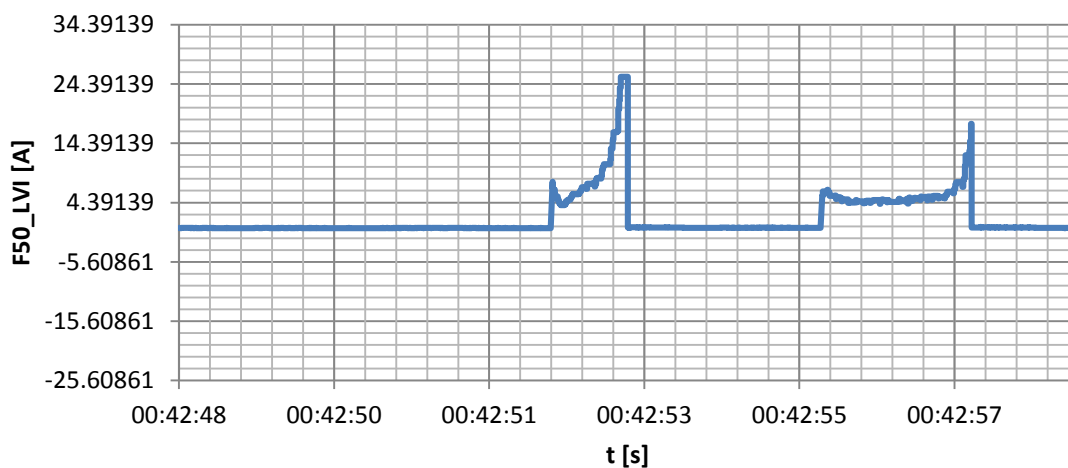
### F49\_LVI



Hodnota pojistky	5	Poznámka	
TYP	mini		
Vyžití pojistky [%]	0.28	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm²]	0.35		

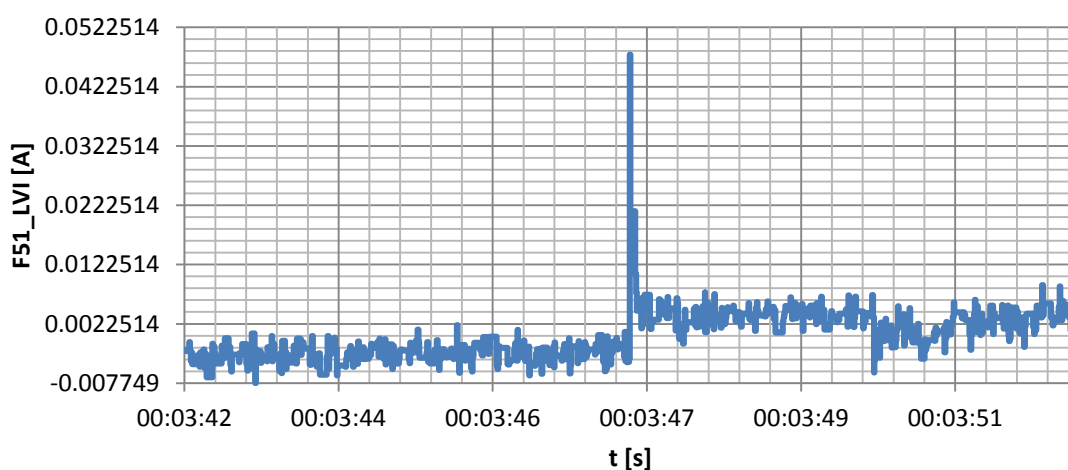


## F50\_LVI



Hodnota pojistky	5	Poznámka	
TYP	Jcase		
Vyžití pojistky [%]	512.17	Závěr	$I_{ax} > I$
Průřez vodiče [mm²]	0.35		

## F51\_LVI



Hodnota pojistky	5	Poznámka	
TYP	ATO		
Vyžití pojistky [%]	0.95	Závěr	Dimenzování pojistky a vodiče VYHOVUJE normě VW75212
Průřez vodiče [mm²]	0.35		



